বিস্ময়কৰ চিপ

জনপ্ৰিয় বিজ্ঞান

বিস্ময়কৰ চিপ

কে. ডি. পাৱাটে

অনুবাদ

ড. বিপুলজ্যোতি শইকীয়া

অলংকৰণ

পবিত্ৰ ঘোষ

নেশ্যনেল বুক ট্ৰাষ্ট, ইণ্ডিয়া

ISBN 81-237-2539-6

প্ৰথম সংস্কৰণ 1998 (শক 1920)

মূল্য : 30.00 টকা
The Wonder Chip (*Asamiya*).
সঞ্চালক, নেশ্যনেল বুক ট্ৰাষ্ট, ইণ্ডিয়া,
এ-5 গ্ৰীণ পাৰ্ক, নতুন দিল্লী-110 016 ৰ দ্বাৰা প্ৰকাশিত

মোৰ দেউতা
স্বৰ্গীয় ড. ডি. চি. পাৱাটেলৈ
উৎসৰ্গিত

সূচীপত্ৰ

কৃতজ্ঞতা স্বীকাৰ

ছিলিকন আৰু ইয়াৰ চিপবোৰৰ বিষয়ে এখন কিতাপ লিখিবলৈ নেশ্যনেল বুক ট্ৰাষ্ট, ইণ্ডিয়াই প্ৰথমে পৰামৰ্শ আগবঢ়াইছিল। এন.বি.টি.-ৰ কৰ্মীবৃন্দৰ ওচৰত মই কৃতজ্ঞ, বিশেষকৈ শ্ৰীমতী মঞ্জু গুপ্তাৰ ওচৰত, যোৱা এবছৰে যি গৰাকী বৰ সহৃদয় আৰু সহিষ্ণু আছিল। তেখেতে মোক উৎসাহিত কৰাৰ লগতে এই কিতাপখন সময়মতে শেষ কৰাত সহায় কৰিছিল। ইয়াত সংযোজিত চিত্ৰবোৰ আঁকি দিয়া এন.বি.টি.-ৰ শিল্পী গৰাকীক আৰু প্ৰকাশন বিভাগৰ কৰ্মীবৃন্দকো মই ধন্যবাদ জনাইছোঁ।

দিল্লীৰ চি ই ই আৰ আই-ৰ মোৰ আগৰ সহকৰ্মীবৃন্দই গভীৰ আগ্ৰহৰে এই কিতাপখনৰ খা-খবৰ লৈছিল। কিতাপখনৰ কাৰণে বিভিন্ন উৎসৰ পৰা তথ্য-পাতি সংগ্ৰহ কৰাত তেখেতসকলে মোক সহায় কৰিছিল। শ্ৰী ডি. জে. ৰয়ে মোক কেইবাখনো অপূৰ্ব সুন্দৰ পোহৰ-ছবি গোটাই দিছিল। চি ই ই আৰ আই-ৰ অৰ্ধপৰিবাহী গৱেষণাগাৰৰ পোহৰ-ছবি ব্যৱহাৰ কৰিবলৈ অনুমতি দিয়াৰ বাবে প্ৰতিষ্ঠানটোৰ কৰ্তৃপক্ষৰ ওচৰতো মই কৃতজ্ঞ।

বাংগালোৰৰ চি-ডট-ৰ ড. এম. এইচ. কৰিৰ ওচৰত মই বিশেষভাৱে অনুগৃহীত, এই কিতাপখন ক্ৰমান্বয়ে বিকশিত হৈ মূল ৰূপ পোৱালৈকে তেখেতে মোক সহায় কৰিছিল। তেখেতে তেখেতৰ বহুমূলীয়া সময় ব্যয় কৰি মোৰ সৈতে এই বিষয়টোৰ বিভিন্ন দিশ আলোচনা কৰিছিল আৰু বিভিন্ন পৰামৰ্শ দিছিল।

শেষত, কিতাপখনি লিখি থকাৰ বিভিন্ন স্তৰত পোৱা আন্তৰিক সহায়-সমৰ্থনৰ কাৰণে মই মোৰ পৰিয়ালৰ প্ৰতিও কৃতজ্ঞতা স্বীকাৰ কৰিছোঁ।

পাতনি

পৃথিৱীৰ পৃষ্ঠভাগত যথেষ্ট পৰিমাণে ছিলিকন পোৱা যায়। এইটো আটায়ে জনা কথা যে আমাৰ পূৰ্বপুৰুষসকলে অস্ত্ৰ হিচাপে আৰু জুই জ্বলাবলৈ তিওঁৰি শিল ব্যৱহাৰ কৰিছিল। নিজক আৰু নিজৰ পৰিয়ালক বনৰীয়া জন্তুৰ আক্ৰমণৰ পৰা ৰক্ষা কৰিবলৈ, বা আন কথাত নিজৰ অস্তিত্ব ৰক্ষাৰ বাবেই তেওঁলোকক জুই আৰু অস্ত্ৰৰ প্ৰয়োজন হৈছিল।

ছিলিকনৰ নাটকীয় প্ৰত্যাৱৰ্তনৰ প্ৰায় চল্লিশ বছৰেই হ'ল। এইবাৰৰ আগমনক আলাদীনে মন্ত্ৰপূত চাকিটো চাফা কৰিবলৈ লওঁতে জীনটো মুক্ত হোৱাৰ ঘটনাটোৰ সৈতে তুলনা কৰিব পাৰি। ছিলিকনে এক গুৰুত্বপূৰ্ণ স্থান অধিকাৰ কৰি সাম্প্ৰতিক কালৰ 'প্ৰযুক্তি দৰ্শনী'ৰ মুখ্য নায়ক হৈ পৰিছে। চিপ তৈয়াৰ কৰিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা মূল পদাৰ্থবিধ হ'ল ছিলিকন। এই ক্ষুদ্ৰ ছিলিকন চিপবোৰেই আজি একোটা কাৰখানাৰ সমস্ত কৰ্মযজ্ঞ, জীৱন-দায়ী কাৰ্ডিয়াক পেছ মেকাৰ, আৰু আমাৰ গোটেই দূৰসংযোগ ব্যৱস্থা নিয়ন্ত্ৰণ কৰি আছে। এয়া চিপৰ ব্যৱহাৰৰ কেইটামান উদাহৰণ মাত্ৰ। আধুনিক মানৱ-জীৱনত এনে কাম খুব কমেই আছে য'ত চিপ ব্যৱহাৰ কৰা হোৱা নাই বা চিপৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰিবলগীয়া হোৱা নাই।

ছিলিকন আৰু চিপ তৈয়াৰ কৰাৰ কাহিনী অতিশয় কৌতূহলোদ্দীপক। সদ্যজাত শিশু এটিৰ বুঢ়া আঙুলিৰ নখটো মান এধানমানি চিপ একোটা তৈয়াৰ কৰোঁতে পদাৰ্থবিদ্যা, ৰসায়নবিদ্যা আৰু ধাতুবিদ্যাৰ ওপৰত ভিত্তি কৰা বিভিন্ন প্ৰযুক্তিৰ সহায় ল'বলগীয়া হয়। এইটো আৰম্ভ হয় এক উচ্চতৰ পৰ্যায়ৰ বিশুদ্ধতা সম্পন্ন ছিলিকন প্ৰছেছিং কৰা আৰু তাৰ নিৰ্বাচিত অংশত সঠিক জোখৰ অপদ্ৰব্য যোগ কৰাৰ প্ৰক্ৰিয়াৰে। শুনিবলৈ আচহুৱা যেন লাগিলেও চিপবোৰ এইদৰেই তৈয়াৰ কৰা হয়। সমন্বিত বৰ্তনীবোৰ বৰ্তমান আমাৰ আভিযান্ত্ৰিক ব্যৱস্থাৰ অবিচ্ছেদ্য অংগ হৈ পৰিছে। এই কথা স্বীকাৰ কৰিব লাগিব যে এইবোৰৰ চানেকীকৰণ আৰু নিৰ্মাণত বিনিয়োগ কৰা উদ্যম আৰু ধন ইহঁতে হেজাৰ গুণে ওভতাই দিবলৈ সক্ষম হৈছে।

প্ৰথমাৱস্থাৰ বিকাশমূলক স্তৰত হেজাৰ-বিজাৰ বিজ্ঞানীৰ সীমাহীন উৎসাহ-উদ্দীপনা আৰু বৃহৎ পৰিমাণৰ বিনিয়োগৰ বাবে বিত্তীয় প্ৰতিষ্ঠানবোৰে দেখুওৱা দূৰদৰ্শিতাৰ অবিহনে অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা নিৰ্মাণৰ প্ৰযুক্তিৰ ক্ষিপ্ৰ বিকাশ সম্ভৱ নহ'লহেঁতেন। যিসকল অভিযন্তাই এই আহিলাবোৰৰ নতুন নতুন প্ৰয়োগ ক্ষেত্ৰ উদ্ভাৱন কৰিছিল

তেওঁলোকৰো যথেষ্ট অৱদান আছে। নিজৰ দেশখনক এই প্ৰযুক্তিৰ আগশাৰীত ৰখাৰ প্ৰতি থকা দায়বদ্ধতাৰ নিদৰ্শনস্বৰূপে আজিও আনকি বিভিন্ন চৰকাৰী সংস্থাই অৰ্ধপৰিবাহী প্ৰযুক্তিৰ বিকাশ আৰু গৱেষণাৰ বাবে উৎসাহ প্ৰদান কৰি আছে। প্ৰকৃততে জাতীয় স্বাৰ্থ বৰ সংশয়ান্বিত অৱস্থাত আছে। গতিকে এই গুৰুত্বপূৰ্ণ উদ্যোগ পৰিচালনা কৰিবলৈ সমৰ্থবান প্ৰশিক্ষিত মানৱসম্পদ নিশ্চিত কৰাটো বিভিন্ন দেশৰ অৱশ্যকৰণীয় কৰ্তব্য।

এই পুথিখন পাঠ্যপুথিও নহয় বা এইখন বুজি পাবলৈ গণিতৰ অধ্যয়নো নালাগে। যিমান পাৰি সিমান সহজ-সৰল ভাষাৰে ইয়াত ছিলিকন আহিলাবোৰৰ ভৌতিক নীতিসমূহ, সিহঁতৰ নিৰ্মাণ প্ৰযুক্তিৰ কিছুমান আকৰ্ষণীয় দিশ আৰু সিহঁতৰ প্ৰয়োগৰ বিশাল ক্ষেত্ৰখনৰ বিষয়ে আলোচনা কৰিবলৈ প্ৰয়াস কৰা হৈছে। অভিনৱ সমন্বিত বৰ্তনীৰ আগমনৰ কাৰণেই নিয়ন্ত্ৰণ, যোগাযোগ, কম্পিউটাৰ, তথ্য আৰু অন্যান্য ব্যৱস্থাৱলীত ব্যৱহৃত ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীৰ মূল নীতিবোৰৰ কেনে এক সাগৰ সংকাশ পৰিৱৰ্তন ঘটিল সেইটো সঁচাকৈয়ে আচৰিত হ'বলগীয়া কথা। এই চমু পৰিচিতিয়ে উদীয়মান বিজ্ঞানী আৰু অভিযন্তাসকলক ভৱিষ্যতে এই বিষয়টো অধ্যয়ন কৰিবলৈ উৎসাহিত কৰিব বুলি আশা কৰা হৈছে।

1

চিপৰ আগমন

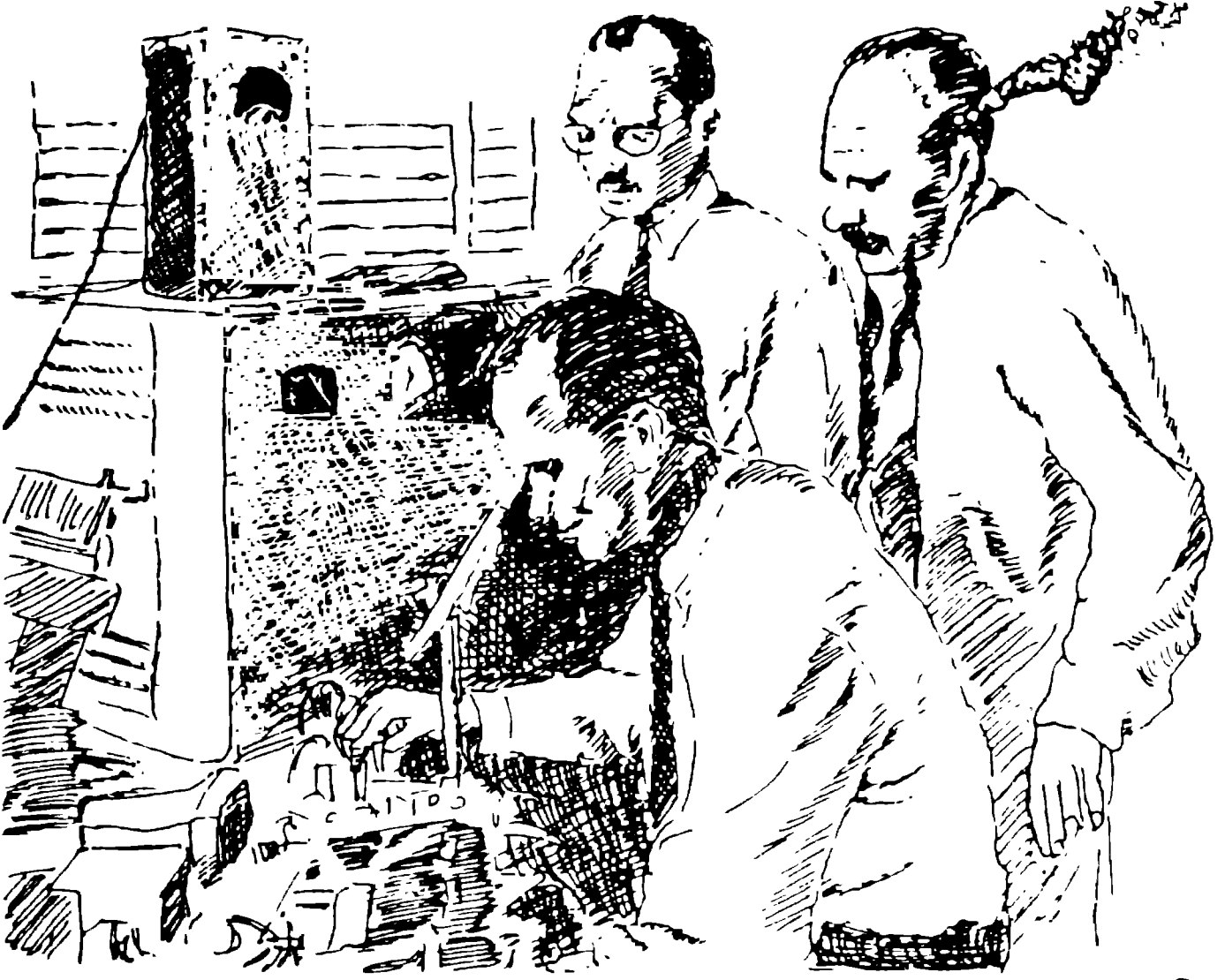
নিজৰ প্ৰিয় খেল-ধেমালিৰ ধাৰা-বিৱৰণী শুনিবলৈ এটা পকেট ৰেডিঅ', বাগিছাত খোজ কাঢ়ি সময় কটাওঁতে গান শুনিবলৈ এটা ৱাক্‌মেন আৰু যোগ, বিয়োগ, পূৰণ আৰু হৰণ অংক কৰোঁতে সহায় ল'বলৈ এটা অকণমানি কেলকুলেটৰ নিজৰ কৰি পাবলৈ যি কোনো এজন কিশোৰে ভাল পায়। তেওঁলোকৰ মাক-দেউতাকসকলে নিশ্চয় অতীতৰ সেই দিনবোৰৰ কথা ৰোমন্থন কৰে—যিবোৰ দিনত ঘৰৰ জিৰণি কোঠাত গৌৰৱৰ স্থান অধিকাৰ কৰি আছিল পুৰণিকলীয়া এটা ৰেডিঅ'ই, আৰু কোনোবাই জাৰ্মেনিৰ পৰা অনা এটা ৰীল-টু ৰীল টেপ ৰেকৰ্ডাৰে। যদি তেতিয়া বাণিজ্যিক হিচাপ-নিকাচ বা বৈজ্ঞানিক গণনা আদি কৰিবলগীয়া হৈছিল, তেন্তে **তেওঁলোকে** এখন মেজ সম্পূৰ্ণৰূপে দখল কৰি থকা এটা হুলস্থূলীয়া যন্ত্ৰ—বৈদ্যুতিক **গণনা-যন্ত্ৰ ব্যৱহাৰ** কৰিছিল। মাত্ৰ ছল্লিশ বছৰৰ ভিতৰত এইবোৰ সামগ্ৰী কেনেকৈ সুলভ **আৰু** ব্যয়-সাপেক্ষ হৈ পৰিল? সিহঁতৰ আকাৰেই বা কেনেকৈ সৰু হৈ আহিল? এই গুৰুত্বপূৰ্ণ বিপ্লৱৰ সূচনা হৈছিল 1989 চনত (সঠিককৈ ক'বলৈ গ'লে 23 ডিচেম্বৰত), যি দিনা আমেৰিকা যুক্তৰাষ্ট্ৰৰ বে'ল টেলিফোন লেবৰেটৰীৰ তিনিজন বিজ্ঞানীয়ে 'ট্ৰেনজিষ্টৰ'ৰ আৱিষ্কাৰৰ কথা ঘোষণা কৰিছিল—সেইদিনা। শ্বক্‌লি, বাৰ্ডিন আৰু ব্ৰেটেইন নামৰ এই তিনিজন বিজ্ঞানীয়ে এটা দল হিচাপে দুবছৰৰো অধিক কাল কঠোৰ পৰিশ্ৰম কৰিছিল আৰু এটা এধানমানি জাৰ্মেনিয়াম ক্ৰিষ্টেলৰ সহায়েৰে ট্ৰেনজিষ্টৰৰ কাৰ্য প্ৰণালী প্ৰদৰ্শন কৰিছিল। এই আহিলাবিধে প্ৰচলিত নিৰ্বাত নলী বা ট্ৰায়'ডবোৰৰ দৰে বৈদ্যুতিক সংকেত পৰিবৰ্ধন কৰিব পাৰে।

উনৈশশ সাত চনত লী ডে ফৰেষ্টে (1873-1961) ট্ৰায়'ডৰ আৱিষ্কাৰেৰে ইলেকট্ৰনিক যুগৰ সূচনা কৰে বুলি ক'ব পাৰি। ট্ৰায়'ড এটা অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ ইলেকট্ৰনিক উপাংশ আৰু 1950-ৰ দশকৰ মাজভাগলৈকে এইটো ব্যৱহাৰ কৰি থকা হৈছিল। ইয়াৰ তিনিটা অংশ আছে—এটা কেথ'ড, এটা এন'ড আৰু এই দুয়োটাৰে মাজত এটা

গ্ৰিড। কেথ'ডটো তপতালে ইলেকট্ৰন নিৰ্গত হয়। এই ইলেকট্ৰনৰ প্ৰবাহে আহিলাটোৰ মাজেৰে বিদ্যুৎ প্ৰবাহৰ সৃষ্টি কৰে। কেথ'ডটো আগুৰি থকা এন'ডটো বহিৰ্ভাগত অৱস্থিত বেটাৰিৰ ধনাত্মক প্ৰান্তৰ সৈতে সংযোজিত থাকে, আৰু ই কেথ'ডৰ পৰা নিৰ্গত ইলেকট্ৰনবোৰ সংগ্ৰহ কৰে। গ্ৰিডটো হ'ল কেথ'ডৰ চাৰিওফালে শিথিলভাৱে মেৰিয়াই থোৱা তাঁৰৰ এক কুণ্ডলী, যি ট্ৰায়'ডৰ মাজেৰে যোৱা ইলেকট্ৰনৰ প্ৰবাহ নিয়ন্ত্ৰণ কৰিব পাৰে। এই তিনিওটা বিদ্যুৎ দ্বাৰ কাঁচৰ নলী আকৃতিৰ এটা যতনত ভৰাই যতনটো বায়ুশূন্য কৰি বন্ধ কৰি দিয়া হয়। এই কাৰণেই বহুতে ইয়াক 'নিৰ্বাত (বা বায়ুশূন্য) নলী' বুলি কয়।

ট্ৰায়'ডৰ এটা ধৰ্ম হ'ল ই অতি ক্ষুদ্ৰ বৈদ্যুতিক সংকেত গ্ৰহণ কৰিব পাৰে আৰু সেইবোৰৰ পৰিৱৰ্ধন ঘটাব পাৰে, অৰ্থাৎ, আকৃতি আৰু বৈশিষ্ট্য সলনি নকৰাকৈ সেইবোৰৰ মাত্ৰা বৃদ্ধি কৰিব পাৰে। গ্ৰিডলৈ যোগান ধৰা এটা ক্ষুদ্ৰ বৈদ্যুতিক সংকেতে কেথ'ড আৰু এন'ডৰ মাজত প্ৰবাহিত বিদ্যুতৰ বৃহৎ পৰিৱৰ্তন ঘটায় আৰু এইটোৱেই ইলেকট্ৰনিক পৰিৱৰ্ধকৰ সাৰ কথা। ৰেডিঅ' আৰু টেলিভিছনত, ৰেডাৰ ব্যৱস্থাত, আৰু প্ৰথম অৱস্থাৰ কম্পিউটাৰত উল্লেখনীয় সফলতাৰে সৈতে ট্ৰায়'ডৰ ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল। কিন্তু তথাপিও, আপোনালোকে নিশ্চয় অনুমান কৰিব পাৰিছে, ইয়াৰ এটা গুৰুত্বপূৰ্ণ অসুবিধাও আছে। কেথ'ডটো তপতালেহে ইলেকট্ৰন নিৰ্গত হয়। কেথ'ড তপতাওঁতে বুজন পৰিমাণৰ বৈদ্যুতিক শক্তি খৰচ কৰিব লগীয়া হয়; আনহাতে, কেথ'ডৰ পৰা ইলেকট্ৰনৰ নিৰ্গমন নহ'লে ট্ৰায়'ডে সংকেত পৰিৱৰ্ধন কৰিব নোৱাৰে। এই কাৰণেই, দ্বিতীয় মহাযুদ্ধৰ সময়ত ব্যৱহাৰ কৰা পৰ্টেবল যোগাযোগ ব্যৱস্থাৰ বাবে যন্ত্ৰ-পাতিৰ লগতে কেথড তপতাবলৈ গধুৰ গধুৰ বেটাৰিও লৈ ফুৰিবলগীয়া হৈছিল। অতিৰিক্ত শক্তিৰ প্ৰয়োজন হোৱা এই কথাটোৰ বাবেই বহুতো বৈজ্ঞানিক আৰু ঔদ্যোগিক গৱেষণাগাৰে ট্ৰায়'ডৰ বিকল্প উদ্ভাৱনৰ বাবে গৱেষণা কৰি যাবলৈ উৎসাহিত হৈছিল।

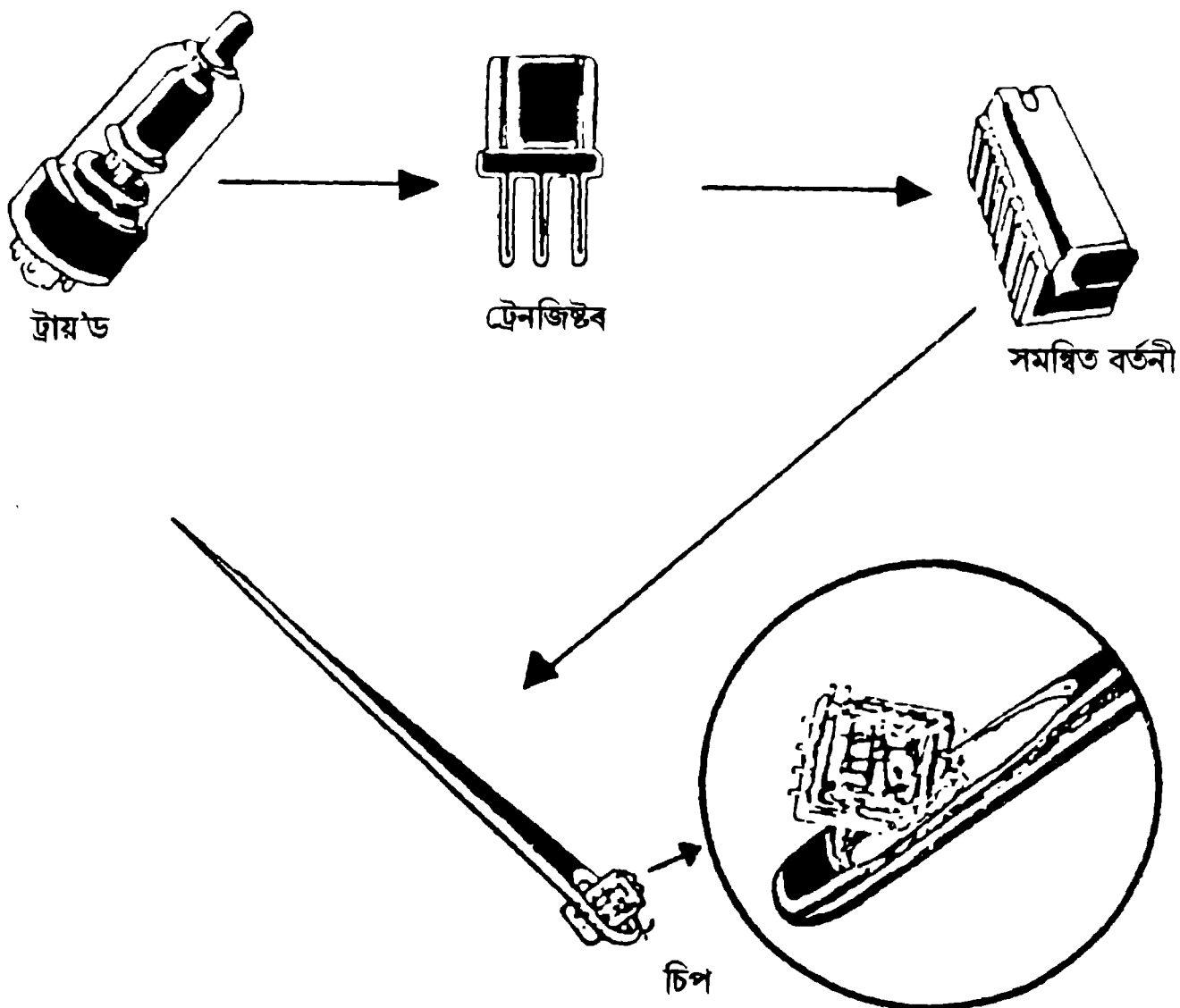
উইলিয়াম শ্বক্‌লি (1910-89) আৰু তেওঁৰ সহযোগীসকলে ট্ৰেনজিষ্টৰৰ আৱিষ্কাৰৰ কথা ঘোষণা কৰাৰ লগে লগে ট্ৰায়'ড আৰু ট্ৰায়'ডৰ দৰে অন্যান্য নিৰ্বাত নলীৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি গঢ়ি উঠা ইলেকট্ৰনিক্স বিজ্ঞানৰ বুনিয়াদ কঁপি উঠিল। এই নতুন আহিলাবিধৰ পোনপটীয়া সুবিধাটো হ'ল ইয়াক আগতীয়াকৈ তপতাব নালাগে। পৰিৱৰ্ধনৰ বেলিকা ই ট্ৰায়'ডৰ দৰেই কাৰ্যকৰী। তাতোকৈও ডাঙৰ কথা, ট্ৰায়'ডৰ তুলনাত ই অত্যন্ত সৰু আৰু কম বিভৱতে ই কাম কৰে।

এই ক্ষুদ্ৰ ট্ৰেনজিষ্টৰবোৰে ইলেকট্ৰনিক যন্ত্ৰ-পাতিবোৰৰ আয়তন সৰু কৰি পেলোৱাত অৰিহণা যোগালে। কিন্তু এটা দশকৰ পিছত যিটো ঘটনা ঘটিল, সেইটো অধিকতৰ বিস্ময়জনক। ঊনৈশশ ঊনষাঠি চনত জেক্ কিল্‌বিয়ে জাৰ্মেনিয়ামৰ এটা টুকুৰাত (chip) কেইবাটাও ট্ৰেনজিষ্টৰ, ডায়'ড, ৰোধক আৰু ধাৰক একেলগ কৰি এটা সম্পূৰ্ণ বৰ্তনী তৈয়াৰ কৰি উলিয়ালে। কিছুদিনৰ ভিতৰতে ৰবাৰ্ট নয়ছে কিলবিৰ

চিত্ৰ 1.1 : বাৰ্ডিন (বাওফালে থিয় হৈ) আৰু ব্ৰেটেইনে শ্বক্‌লিয়ে মাইক্ৰ'স্কোপ এটাৰে ট্ৰেনজিষ্টৰ পৰীক্ষা কৰি থকা চাই আছে।

এই বৰ্তনীৰ পৰিসাধন কৰিলে। তেওঁ আগবঢ়োৱা প্ৰযুক্তি কম-বেছি পৰিমাণে আজিও ব্যৱহৃত হৈ আছে। ঊনৈশশ ষাঠিৰ দশকৰ মাজভাগলৈ ছিলিকনৰ সৰু টুকুৰা এটাতে বহুতো ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু অন্যান্য ইলেকট্ৰনিক উপাংশ একেলগ কৰিব পৰা হ'লগৈ। এইবোৰকে 'সমন্বিত বৰ্তনী' (integrated circuit) বা চমুকৈ আইচি বুলি কোৱা হয়। অতি সোনকালেই সকলো ধৰণৰ ইলেকট্ৰনিক যন্ত্ৰ-পাতিৰ নিৰ্মাণতে আইচিৰ প্ৰভাৱ পৰিল। বস্তুতঃ, এই কথা নিৰ্ভয়ে ক'ব পাৰি যে আইচি চিপৰ জৰিয়তেই ইলেকট্ৰনিক্স বিজ্ঞানলৈ দ্বিতীয়টো বিপ্লৱ আহিল! বিভিন্ন কাকত-আলোচনীয়ে এই আইচি চিপকে 'ছিলিকন চিপ' নামেৰে জনপ্ৰিয় কৰি তুলিলে।

সমন্বিত বৰ্তনী বা আইচিনো আচলতে কি সেইটো এতিয়া আমি চাওঁ। সমন্বিতকৰণৰ অৰ্থ হ'ল বহুতো ইলেকট্ৰনিক উপাংশ এটা কেপছুলৰ ভিতৰত একেলগ কৰা। নিৰ্বাত নলীৰ ক্ষেত্ৰত এইটো সম্ভৱপৰ নাছিল। আনহাতে, ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু সমন্বিত বৰ্তনীৰ আৱিষ্কাৰৰ পিছত এইটো আছিল অতি স্বাভাৱিক আৰু আৰ্থিকভাৱে লাভজনক উপায়। এটা ক্ৰিয়াত্মক বৰ্তনী তৈয়াৰ কৰিবলৈ এখন প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডত ট্ৰেনজিষ্টৰ, ৰোধক আৰু ধাৰকবোৰ সংযোজিত কৰিব পাৰি। বৈদ্যুতিক প্ৰযুক্তিবিদ্যাত এই পৰ্য্যায়টোক 'বিচ্ছিন্ন' উপাংশ অভিগমন বুলি কোৱা হয়। ইয়াৰ

ঠিক বিপৰীতে, গোটেই ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীটো এডোখৰ ছিলিকনত বা চিপত স্থাপন কৰিব পাৰি। এনে ধৰণৰ প্ৰথম সমন্বিত বৰ্তনীটোৱে 1959 চনত ভুমুকি মাৰিছিল আৰু তেতিয়াৰে পৰা চিপ প্ৰযুক্তিবিদ্যাই দ্ৰুতগতিৰে উন্নতি লাভ কৰি আহিছে। বৰ্তমান বিভিন্ন ধৰণৰ চিপ তৈয়াৰ কৰা হয় আৰু সিহঁত সকলো ধৰণৰ ইলেকট্ৰনিক ব্যৱস্থাৰে প্ৰধান অৱলম্বন হৈ পৰিছে।

দুই মিলিমিটাৰ দীঘল, 2 মিলিমিটাৰ বহল আৰু 0.25 মিলিমিটাৰ ডাঠ এটুকুৰা ছিলিকনৰ কথা কল্পনা কৰা। বৰ্তমান এনে এটুকুৰা ছিলিকনত প্ৰায় এক লাখমান ইলেকট্ৰনিক উপাংশ (ইয়াৰ বেছি ভাগেই ট্ৰেনজিষ্টৰ) সংযোগ কৰাটো সম্ভৱ হৈ পৰিছে। মন কৰিবলগীয়া কথা হ'ল, আইচি চিপৰ কথা যেতিয়া কোৱা হয়, তেতিয়া বৃহৎ সংখ্যা আৰু ক্ষুদ্ৰ আয়তন—এই দুয়োটাৰে কথা একে উশাহতে কোৱা হয়। চিপ একোটাত উপাংশৰ সংখ্যা দিনে দিনে বাঢ়ি আহি আছে, গতিকে এইটো স্বাভাৱিক যে ইয়াত থকা একো একোটা ট্ৰেনজিষ্টৰৰ আয়তন আণুবীক্ষণিকভাৱে সৰু হৈ আহি আছে। দুই বৰ্গ মিলিমিটাৰ ক্ষেত্ৰৰ ছিলিকনৰ টুকুৰা এটাত যদি 100,000টা উপাংশ থাকে, তেন্তে একোটা ট্ৰেনজিষ্টৰৰ জোখ হ'ব প্ৰায় 6 মাইক্ৰন (এক মাইক্ৰন মানে হ'ল এক মিটাৰৰ এক নিযুত ভাগৰ এভাগ)! ইয়াৰ পৰাই অনুমান কৰিব পাৰি চিপ

চিত্ৰ 1.2 : ইলেকট্ৰনিক্সত ব্যৱহৃত উপাংশবোৰৰ ক্ৰমহ্ৰাসমান আকাৰ।

উৎপাদনৰ প্ৰযুক্তিয়ে কি ধৰণে অগ্ৰগতি লাভ কৰিছে। সমন্বিত বৰ্তনীৰ চানেকীৰ দায়িত্বত থকা অভিযন্তা আৰু এইবোৰৰ নিৰ্মাণৰ দায়িত্বত থকা প্ৰযুক্তিবিদসকলৰ বাবে এইটো বেছ প্ৰত্যাহ্বানমূলক কাম।

ইলেকট্ৰনিক নিকায়বোৰৰ ৰূপাংকনৰ ক্ষেত্ৰত আইচি চিপবোৰে এটা ডাঙৰ পৰিৱৰ্তন আনিলে, আৰু এইটোৱে আমাৰ জীৱনক বাৰুকৈয়ে প্ৰভাৱান্বিত কৰিছে। আধুনিক অফিছ এটাৰ কথাকে ভবা হওক। পুৰণিকলীয়া ডাঙৰ ডাঙৰ খতিয়ান বহী আৰু টাইপৰাইটাৰৰ ঠাইত আহিল ৱৰ্ড প্ৰছেছৰ, ডেটা বেছ, লেজাৰ প্ৰিণ্টাৰ আৰু ফেক্স যন্ত্ৰ। এই উদ্ভাৱনাবোৰে কৰ্মচাৰী এজনৰ জীৱনটো সহজ কৰি তুলিছে। হৃদ্‌ৰোগত আক্ৰান্ত অসংখ্য ৰোগীৰ জীৱনলৈ কাৰ্ডিয়াক পে'ছ মে'কাৰে সকাহ কঢ়িয়াই আনিছে। তদুপৰি আছে পকেটত লৈ ফুৰিব পৰা কেলকুলেটৰ, ইলেকট্ৰনিক ঘড়ী, ট্ৰেনজিষ্টৰ, ৰেডিঅ', ৰঙীন টেলিভিছন, ৱাশ্বিং মেছিন;—যি কোনো আধুনিক যন্ত্ৰ এটাৰ নাম ললেই আপুনি দেখিব যে অকণমানি আইচি চিপ এটাই ইয়াক সুচাৰু ৰূপে পৰিচালনা কৰি আছে।

সাৰণী ক

অৰ্ধপৰিবাহী আহিলাৰ ব্যৱহাৰ

50–ৰ দশক	ৰেডিঅ'	80–ৰ দশক	কৃত্ৰিম বুদ্ধিমত্তা মটৰ গাড়ী সমন্বিত নিকায় ঘৰুৱা ইলেকট্ৰনিক নিকায় সামৰিক নিৰাপত্তা
60–ৰ দশক	মিনি কম্পিউটাৰ		
70–ৰ দশক	টিভি গেম্‌চ্ কেলকুলেটৰ ঘড়ী ইঞ্জিনৰ স্বয়ংক্ৰিয় নিয়ন্ত্ৰণ পাৰ্ছনেল কম্পিউটাৰ দূৰ সংযোগ কম্পিউটাৰৰ আনুষংগিক সামগ্ৰী	90–ৰ দশক	কম্পিউটাৰ নিয়ন্ত্ৰিত উৎপাদন ব্যৱস্থা ইলেকট্ৰনিক বেংক ব্যৱস্থা বিশ্ব ব্যাপী টিভি/তথ্য জালিকা কম্পিউটাৰ নিয়ন্ত্ৰিত ঘৰ ??

চিপত ইলেকট্ৰনিক উপাংশবোৰৰ সমন্বিতকৰণৰ সুবিধাটোৰ বিশেষভাৱে লক্ষ্যণীয় এটা প্ৰয়োগ হ'ল কম্পিউটাৰ। কম্পিউটাৰৰ বিকাশ অৰ্ধপৰিবাহী আহিলাৰ চানেকী আৰু উৎপাদনৰ বিকাশৰ সৈতে নিবিড়ভাৱে জড়িত। পঞ্চাছ বছৰৰ আগতে প্ৰথম ইলেকট্ৰনিক কম্পিউটাৰ 'এনিয়াক' কাৰ্যক্ষম হৈ উঠিছিল। ইয়াৰ আয়তন আৰু ওজন আছিল বিশাল, ই 150 ৱাট বৈদ্যুতিক শক্তি খৰচ কৰিছিল, আৰু এইটো থ'বলৈ এটা

সম্পূৰ্ণ কোঠালিৰ প্ৰয়োজন হৈছিল। এইটো তৈয়াৰ কৰোঁতে প্ৰায় ওঠৰ হেজাৰ ট্ৰায়'ড ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল, এইবোৰ তপতাওঁতে কোঠালিটো অসহ্যকৰভাৱে গৰম হৈ উঠিছিল আৰুবায়ু শীতলীকৰণৰ ব্যৱস্থা কৰিব লগীয়া হৈছিল। এতিয়া আপুনি 'পাৰ্ছনেল কম্পিউটাৰ' বা পি চি কিনিব পাৰে—যি বোৰ আগৰ তুলনাত বহুমুখী গুণসম্পন্ন আৰু হেজাৰগুণ অধিক খৰতকীয়াই কেৱল নহয়, লগতে সিহঁত 'ব্যৱহাৰকাৰীৰ প্ৰতি বন্ধুত্বপূৰ্ণ' (user friendly), কাৰণ কি কৰিব লাগিব-নালাগিব এই সম্পৰ্কে সিহঁতে সময়মতে দিহা-পৰামৰ্শও দিয়ে (যদি ব্যৱহাৰকাৰী জনে কাম কৰি থাকোঁতে কিবা অসুবিধাৰ সম্মুখীন হয়)! ছাত্ৰ-ছাত্ৰী আৰু বৃত্তিধাৰীসকলে গণনা তথা বহু মাত্ৰাযুক্ত জটিল সমীকৰণ সমাধান কৰিববলৈ পাৰ্ছনেল কম্পিউটাৰ ব্যৱহাৰ কৰে। পি চিৰ সহায়ত তেওঁলোকে আৰু বহুতো কাম কৰিব পাৰে—যেনে, ৰিপৰ্ট প্ৰস্তুত কৰা, গ্ৰাফ বা লেখ-চিত্ৰ আৰু পাই-চিত্ৰ তৈয়াৰ কৰা, আৰু কম্পিউটাৰৰ সহায় লৈ কৰা চানেকী (computer-aided design) আৰু ড্ৰয়িং ইত্যাদি।

আধুনিক কম্পিউটাৰত বহুতো বিশেষত্বপূৰ্ণ আইচি চিপ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এনে এটা গুৰুত্বপূৰ্ণ আইচি হ'ল মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ। 80386, 80486 আদি শ্ৰেণীৰ চিপ, 'পেণ্টিয়াম' বা 'পাৱাৰ পিচি' আদিয়ে কম্পিউটাৰৰ 'মগজু'টো গঠন কৰে। সিহঁতে সকলো ধৰণৰ লজিকেল আৰু গাণিতিক সংক্ৰিয়া সম্পাদন কৰিব পাৰে আৰু, তাতোকৈ ডাঙৰ কথা, সিহঁতে কম্পিউটাৰৰ অন্যান্য অংশবোৰক পৰৱৰ্তী কাৰ্য প্ৰক্ৰিয়াৰ বিষয়ে নিৰ্দেশনা দিব পাৰে। ইয়াৰোপৰি আছে মেম'ৰি চিপ, যি কম্পিউটাৰৰ স্মৃতি ৰক্ষাৰ গুৰুত্বপূৰ্ণ কামটো কৰে—যাতে ডেটা আৰু লাগতিয়াল তথ্যবোৰ যেতিয়াই প্ৰয়োজন হয় তেতিয়াই ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি। আকৌ, কম্পিউটাৰ আৰু ইয়াৰ ইনপুট আৰু আউটপুট প্ৰান্তৰ মাজত তথ্যৰ সৰবৰাহ ঘটাবলৈও বিশেষ ধৰণৰ চিপ আছে। উদাহৰণস্বৰূপে, কম্পিউটাৰত ডেটা যোগান ধৰিববলৈ সাধাৰণতে এখন কীবোৰ্ড ব্যৱহাৰ কৰা হয় আৰু কাৰ্যকৰণৰ পিছৰ ডেটা চাবলৈ এটা ভিডিঅ' ডিচ্‌প্লে' ব্যৱস্থা থাকে। কম্পিউটাৰ ব্যৱস্থাটোৰ কাৰ্য-প্ৰণালীত প্ৰতিটো চিপৰেই বিশেষ তাৎপৰ্যপূৰ্ণ অৱদান থাকে। এই চিপবোৰৰ এটা আকৰ্ষণীয় বৈশিষ্ট্য হ'ল ইহঁত কেতিয়াও ভাগৰি নপৰে, নাইবা কাম-কাজৰ অত্যধিক হেঁচা পৰিছে বুলি ইহঁতে কেতিয়াও অভিযোগ নকৰে! নিৰ্দেশ অনুসৰি ইহঁতে কাম কৰি যায়, একেটা কামকে বাৰে বাৰে কৰিবলগীয়া হ'লেও কৰি থাকে।

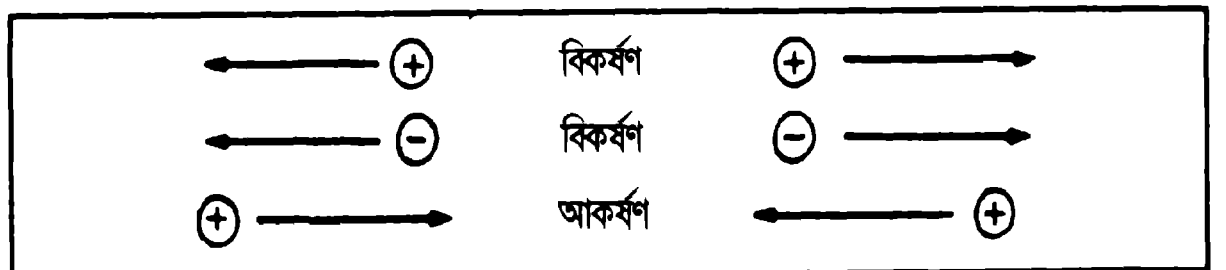
এই কিতাপখনৰ পিছৰ অধ্যায় কেইটামানত আপুনি এই কথা জানিব পাৰিব যে চিপ তৈয়াৰ কৰাটো খুব সহজ সাধ্য কাম নহয়। প্ৰায় 30 টা প্ৰণালীবদ্ধ পৰ্যায়েৰে আগবাঢ়িহে ইহঁতক তৈয়াৰ কৰিব পাৰি। উৎপাদনৰ কোনো পৰ্যায়তে শিথিল হ'ব নোৱাৰি। কাৰখানাত কাম কৰা লোকসকলে এক উচ্চ পৰ্যায়ৰ নিয়মানুৱৰ্তিতা পালন কৰিব লাগে। অথচ মন কৰিবলগীয়া কথা যে উচ্চ পৰ্যায়ৰ কাৰিকৰী ব্যৱস্থাৰ প্ৰয়োজন

হোৱা সত্ত্বেও চিপবোৰৰ মূল্য তেনেই কম।

সমন্বিত বৰ্তনীৰ জগতখনক প্ৰায়েই 'মাইক্ৰ'ইলেকট্ৰনিক্স' বুলি কোৱা হয়। বিজ্ঞান আৰু প্ৰযুক্তিবিদ্যাৰ ই এনে এক উদ্দীপক ক্ষেত্ৰ য'ত এটা সাধাৰণ লক্ষ্য আগত ৰাখি বিজ্ঞানৰ বিভিন্ন শাখা একেলগ হৈছে। ধাৰণাগত দিশৰ পৰা, অৰ্ধপৰিবাহী চিপৰ যাত্ৰা আৰম্ভ হয় গোটা পদাৰ্থৰ ক্ষেত্ৰত প্ৰযোজ্য হোৱা কোৱাণ্টাম পদাৰ্থবিদ্যাৰ নিয়মবোৰৰ পৰা। ৰসায়ন বিজ্ঞান, দ্ৰব্য বিজ্ঞান, ইলেকট্ৰনিক্স আৰু বিজ্ঞান আৰু প্ৰযুক্তিবিদ্যাৰ বহুতো শাখাৰ পৰা সিহঁতে পৃষ্ঠপোষকতা লাভ কৰে। উল্লেখযোগ্য কথা হ'ল আইচি চিপৰ আৱিষ্কাৰ অতি যথাযথ সময়ত হৈছিল। সিহঁতৰ প্ৰয়োগৰ বাবে প্ৰয়োজনীয় বাণিজ্যিক অৱস্থাও আছিল অতি ইতিবাচক। এই আটাইবোৰ কথাই অকণমানি সমন্বিত বৰ্তনীৰ চিপটো সৃষ্টি কৰাত অৰিহণা যোগাইছিল—যিটোক ক'ব পাৰি বিস্ময়কৰ চিপ! আপোনালোকৰ লগতে ময়ো এই উদ্দীপনাময় কাহিনীৰ ভাগ লওঁ, আৰু আহক আমি একেবাৰে আৰম্ভণিৰে পৰাই আৰম্ভ কৰোঁ।

2

ইলেকট্ৰন—স্থিতিশীল আৰু গতিশীল

বৈদ্যুতিক আধানৰ কাহিনী প্ৰায় 2,500 বছৰৰ পুৰণি—থেলেছ অব মিলেটাছ (খ্ৰী. পূ. 624-547) নামৰ এগৰাকী গ্ৰীকে প্ৰথম লক্ষ্য কৰিছিল যে জাংফাই ঘঁহিলে ই খেৰৰ সৰু সৰু টুকুৰা আকৰ্ষণ কৰে। এই পৰিঘটনাটোকে পিছলৈ 'বিদ্যুৎ' নামেৰে অভিহিত কৰা হয়। কেইবা শতিকা জুৰি এই বিষয়টো ৰহস্যজনক হৈয়েই আছিল। অষ্টাদশ শতিকাত চাৰ্লছ্ অগষ্টাছ কুলম্ব (1736-1806) আৰু অন্যান্য বিজ্ঞানীয়ে এই বিষয়টো গভীৰভাৱে অধ্যয়ন কৰে। তেওঁলোকে আৱিষ্কাৰ কৰিলে যে কাঁচ, লা আৰু এবনি আদি কিছুমান পদাৰ্থ ঘঁহিলে সিহঁতে 'বৈদ্যুতিক আধান' আহৰণ কৰে। তেওঁলোকে আৰু দেখিলে যে ঘঁহনিৰ জৰিয়তে দুবিধ ভিন্ন প্ৰকাৰৰ বৈদ্যুতিক আধান উৎপন্ন হ'ব পাৰে। পাটৰ কাপোৰত ঘঁহিলে কাঁচৰ দণ্ডত ধনাত্মক আধান উৎপন্ন হয়। এব'নাইটৰ দণ্ড এডাল জন্তুৰ নোমাল ছালেৰে জোৰেৰে ঘঁহিলে ঋণাত্মক আধান উৎপন্ন হয়। ভিন্ন প্ৰকাৰৰ বৈদ্যুতিক আধান দুটাক বুজাবলৈ 'ধনাত্মক' আৰু 'ঋণাত্মক' এই অভিধা দুটা দুশ বছৰৰ আগতে আমেৰিকান বিজ্ঞানী বেঞ্জামিন ফ্ৰেংকলিনে (1706-90) প্ৰদান কৰিছিল। আমি জানো যে ধনাত্মক আধানেৰে আহিত দুডাল কাঁচৰ দণ্ড কাষ চপাই আনিলে সিহঁতে পৰস্পৰক বিকৰ্ষণ কৰে, বা আঁতৰি যাব খোজে। ঋণাত্মক আধানেৰে আহিত দুডাল এব'নাইটৰ দণ্ড কাষ চপাই আনিলেও একে ঘটনাই ঘটে। কিন্তু, ধনাত্মক আধানেৰে আহিত এডাল কাঁচৰ দণ্ড আৰু ঋণাত্মক আধানেৰে আহিত এডাল এব'নাইটৰ দণ্ডৰ এডালে আনডালক আকৰ্ষণ কৰে। এই আটাইবোৰ কথাকে এটা সৰল নিয়মত

চিত্ৰ 2.1 : **বিষমধৰ্মী আধানে পৰস্পৰক আকৰ্ষণ কৰে আৰু সমধৰ্মী আধানে বিকৰ্ষণ কৰে।**

আৱদ্ধ কৰি ৰখা হৈছে ঃ 'সম ধৰ্মৰ আধানে পৰস্পৰক বিকৰ্ষণ কৰে আৰু বিষম ধৰ্মৰ আধানে পৰস্পৰক আকৰ্ষণ কৰে।'

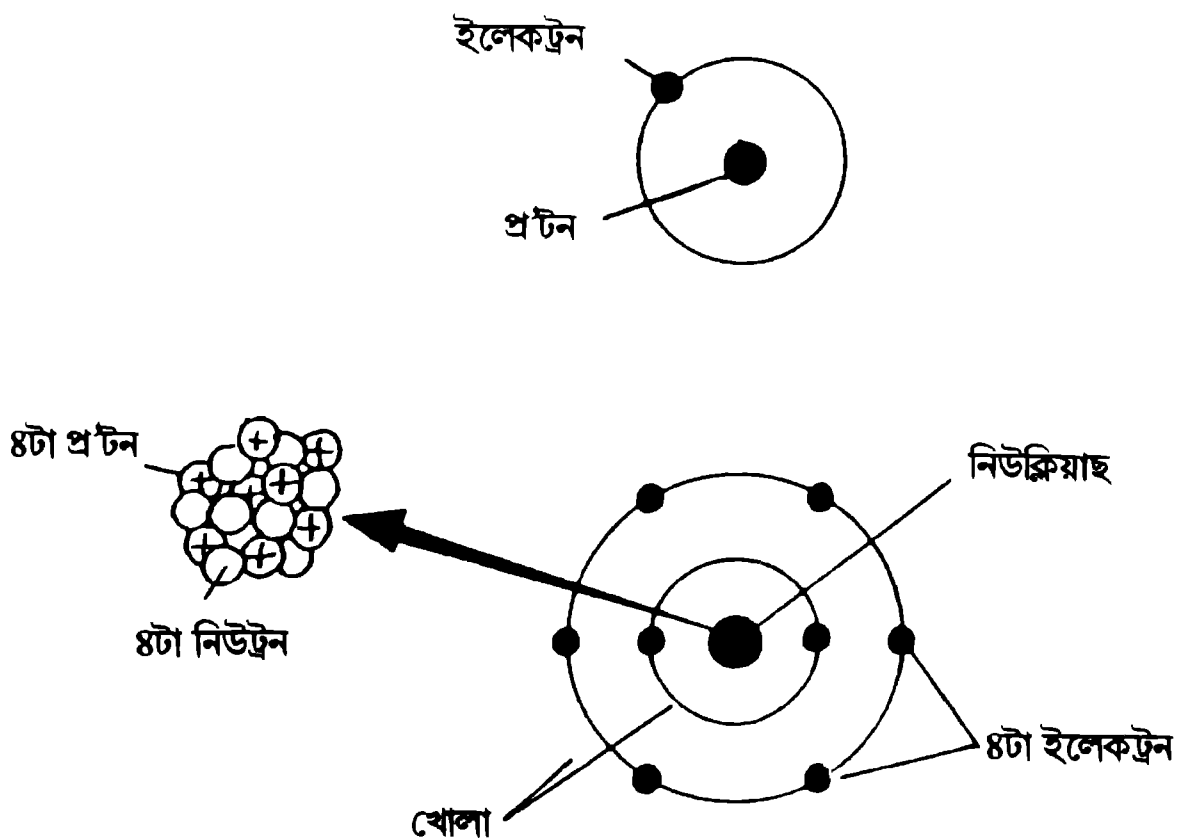
এনাক্সাগৰেছ (খ্ৰী. পূ. 500-428) আৰু ডেমক্ৰিটাছ (খ্ৰী. পূ. 460-370) নামৰ আন দুজন গ্ৰীকে আকৌ পদাৰ্থৰ গঠনৰ বিষয়ে চিন্তা-চৰ্চা কৰিছিল। সকলো পদাৰ্থই যে পৰমাণুৰে গঠিত এই ধাৰণাটো এওঁলোকেই পোন প্ৰথমে আগবঢ়াইছিল। পৰমাণুৰ ইংৰাজী প্ৰতিশব্দ 'এটম' গ্ৰীক শব্দ এটাৰ পৰা আহিছে, ইয়াৰ অৰ্থ হ'ল, 'যাক বিভাজন কৰিব নোৱাৰি'। তেওঁলোকে বিশ্বাস কৰিছিল যে বিভিন্ন পৰমাণু ইটো সিটোৰ সৈতে লগ লগাৰ ফলতে ৰাসায়নিক পৰিৱৰ্তন সাধিত হয়। আজিৰ পৰা প্ৰায় দুশ বছৰ আগতে ইংৰাজ ৰসায়নবিদ জন ডেল্টনে (1766-1844) এই একেখিনি কথাই দোহাৰিছিল। এতিয়া আমি জানো যে পৃথিৱীত প্ৰাকৃতিকভাৱে বিৰানব্বৈ বিধ মৌলিক পদাৰ্থ আছে আৰু এইবোৰৰ প্ৰত্যেকৰে সৈতে একোবিধ বিশেষ ধৰণৰ পৰমাণু জড়িত হৈ আছে। ডেল্টনে প্ৰকল্প আগবঢ়াইছিল যে এবিধ মৌলৰ পৰমাণু আন এবিধ মৌলৰ পৰমাণুৰ সৈতে লগ লাগি নতুন ধৰণৰ যৌগিক পদাৰ্থৰ সৃষ্টি কৰে যাৰ ধৰ্ম মৌল দুটাৰ নিজস্ব সুকীয়া ধৰ্মতকৈ একেবাৰে বেলেগ। এই তত্বটো আধুনিক ৰসায়ন বিজ্ঞানৰ ভিত্তি স্বৰূপ।

উনবিংশ শতিকাত সম্পাদন কৰা পদাৰ্থ বিজ্ঞান আৰু ৰসায়ন বিজ্ঞানৰ বহুতো পৰীক্ষা-নিৰীক্ষাই আমাক পৰমাণু আৰু বিদ্যুতৰ প্ৰকৃতি বুজি উঠাত যথেষ্ট সহায় কৰিলে। দেখা গ'ল যে পৰমাণুবোৰৰ সৈতে কিছুমান ঋণাত্মকভাৱে আহিত কণিকা জড়িত হৈ থাকে। এশ বছৰৰো অধিক কাল আগতে, 1891 চনত ইংলেণ্ডৰ জনষ্টন ষ্টনি (1826-1911)-য়ে এনে ঋণাত্মকভাৱে আহিত কণিকাৰ বাবে 'ইলেকট্ৰন' নামটো আগবঢ়ায়। ওঠৰশ সাতানব্বৈ চনত ইংলেণ্ডৰ জে. জে. থমছনে (1856-1940) ডিছচাৰ্জ নলীত ইলেকট্ৰনৰ ৰশ্মিৰ আচাৰ-আচৰণ সম্পৰ্কে পৰীক্ষা কৰি থকাৰ সময়ত ইলেকট্ৰনৰ আধান আৰু ভৰৰ অনুপাতটো নিৰ্ণয় কৰি উলিয়ায়। ঊনৈশশ ন চনত আমেৰিকাৰ ৰবাৰ্ট মিলিকানে (1868-1953) ইলেকট্ৰনৰ আধানৰ পৰিমাণ নিৰ্ণয় কৰিবলৈ এটা অতি মৌলিক পৰীক্ষা সম্পন্ন কৰে। তেওঁ আৱিষ্কাৰ কৰিলে যে সকলো বৈদ্যুতিক আধানেই ইলেকট্ৰনত থকা আধানৰ পৰিমাণৰ অখণ্ড গুণিতক।

মিলিকানে নিৰ্ণয় কৰে যে ইলেকট্ৰনত থকা আধানৰ পৰিমাণ হ'ল $e = 1.6 \times 10^{-19}$ কুলম্ব। জে. জে. থমছনৰ পৰীক্ষাৰ পৰা পোৱা তথ্য আৰু ইলেকট্ৰনৰ আধানৰ পৰিমাণৰ পৰা দেখা গ'ল যে ইলেকট্ৰনৰ ভৰ হ'ল $m = 9 \times 10^{-31}$ কিলোগ্ৰাম, যিটো এটা তেনেই ক্ষুদ্ৰ ৰাশি। ইলেকট্ৰনৰ আকাৰ হ'ল প্ৰায় 5.5×10^{-15} মিটাৰ, যিটো কল্পনাতীতভাৱে সৰু। বস্তুতঃ, ইলেকট্ৰনৰ আকৃতি কেনেকুৱা সেই কথা কোৱাটো বৰ সহজ সাধ্য নহয়। এইটোক এক ধৰণৰ ধুঁৱলি-কুঁৱলি বস্তু বুলি ধৰি লোৱাটোৱেই বেছ সুবিধাজনক!

নিউক্লীয় পদাৰ্থ বিজ্ঞানত লৰ্ড ৰাদাৰফোৰ্ডে (1871-1937) কৰা গৱেষণাৰ পৰা দেখা গ'ল যে একোটা পৰমাণু ধনাত্মকভাৱে আহিত এটা বেছ বুজন পৰিমাণৰ ভৰযুক্ত নিউক্লিয়াছৰে গঠিত আৰু সূৰ্যৰ চাৰিওফালে গ্ৰহবোৰ ঘূৰি থকাৰ দৰে ঋণাত্মকভাৱে আহিত ইলেকট্ৰনবোৰ নিউক্লিয়াছৰ চাৰিওফালে ঘূৰি থাকে। নিউক্লিয়াছটো প্ৰ'টন আৰু নিউট্ৰন নামৰ দুবিধ বেছ গধুৰ কণিকাৰে গঠিত। দুয়োবিধ কণিকাৰে ভৰ প্ৰায় সমান (ইলেকট্ৰনৰ ভৰৰ প্ৰায় 1,837 গুণ), কিন্তু প্ৰ'টনৰ আধান ধনাত্মক—সাংখ্যিকভাৱে অৱশ্যে সেইটো ইলেকট্ৰনৰ আধানৰ সমানেই। আনহাতে, নিউট্ৰনৰ কোনো আধান নাই।

নিউক্লিয়াছত থকা প্ৰ'টনৰ সংখ্যাৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি বিভিন্ন মৌলৰ পৰমাণুবোৰৰ ধৰ্ম বেলেগ বেলেগ হয়। নিউক্লিয়াছত যিমানটা প্ৰ'টন থাকে, ইয়াৰ চাৰিওফালে ঠিক সিমানটা ইলেকট্ৰন ঘূৰি থাকে। পৰমাণু একোটা কিয় বৈদ্যুতিকভাৱে উদাসীন হয় সেই কথা ইয়াৰ পৰাই ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। নিউক্লিয়াছৰ চাৰিওফালে প্ৰতিটো ইলেকট্ৰনৰে নিজস্ব বিশেষ বৃত্তীয় বা উপবৃত্তীয় কক্ষপথ থাকে যদিও ইয়াৰ খুব ওচৰৰ কক্ষপথত থকা ইলেকট্ৰনবোৰ পৰমাণুত সবলভাৱে বান্ধ খাই থাকে, আৰু দূৰৰ কক্ষপথত থকা ইলেকট্ৰনবোৰ দুৰ্বলভাৱে বান্ধ খাই থাকে।

পাটৰ কাপোৰ এটুকুৰাৰে কাঁচৰ দণ্ড এডাল ঘঁহিলে কাঁচৰ পৃষ্ঠৰ কিছুমান ইলেকট্ৰন পাটৰ কাপোৰ টুকুৰালৈ গুচি যায়। ফলত দণ্ডডাল ধনাত্মকভাৱে আহিত হৈ পৰে, কিয়নো, ইয়াত ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যা কমি যায়। সেইদৰে, এব'নাইটৰ দণ্ড এডাল জন্তুৰ নোমাল ছাল এটুকুৰাৰে ঘঁহিলে ছাল টুকুৰাৰ পৰা ইলেকট্ৰন গৈ এব'নাইটৰ দণ্ডডালত

চিত্ৰ 2.2 : (ওপৰত) এটা হাইড্ৰোজেন পৰমাণু, (তলত) এটা অক্সিজেন পৰমাণু।

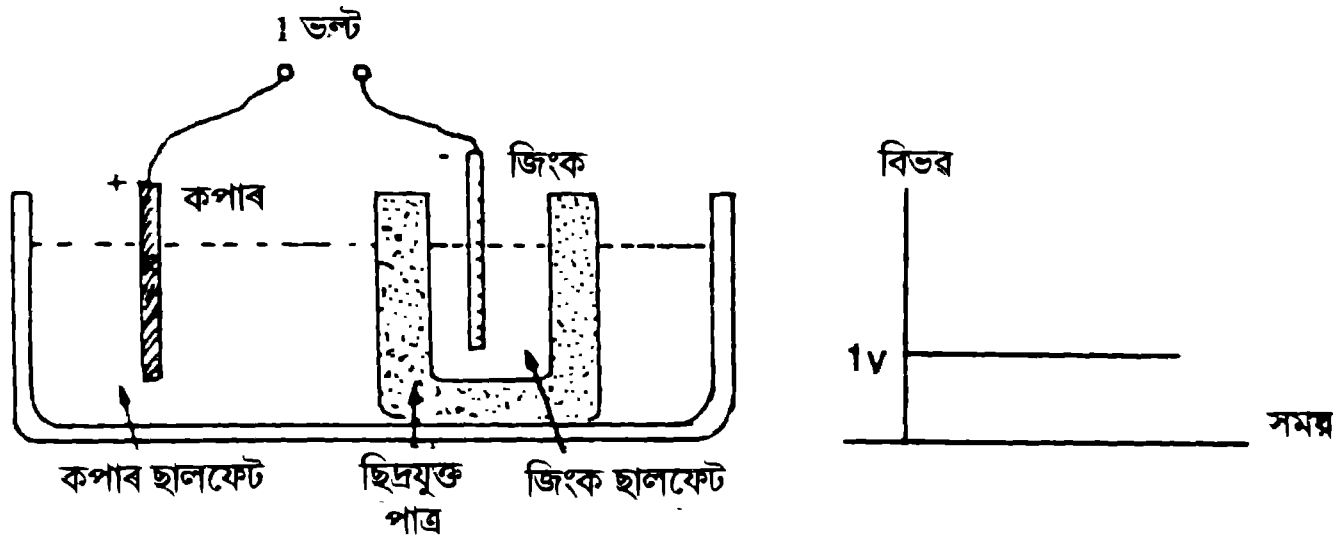
জমা হয় আৰু দণ্ডডাল ঋণাত্মকভাৱে আহিত হৈ পৰে। দণ্ডডালৰ ঋণাত্মক আধানৰ পৰিমাণ ছাল টুকুৰাৰ ধনাত্মক আধানৰ পৰিমাণৰ সমান। মন কৰিবলগীয়া কথাটো হ'ল ইলেকট্ৰনৰ সৃষ্টি বা ধ্বংস কৰা হোৱা নাই; কাঁচৰ দণ্ডৰ পৰা পাটৰ টুকুৰাটোলৈ বা ছাল টুকুৰাৰ পৰা এব'নাইটৰ দণ্ডলৈ সিহঁত কেৱল স্থানান্তৰিত হৈছে।

এনে ধৰণৰ বৈদ্যুতিক আধান সম্পৰ্কে আমাৰ প্ৰায় প্ৰত্যেকৰে ব্যক্তিগত অভিজ্ঞতা আছে। উদাহৰণস্বৰূপে, গৰমৰ দিন ত আপুনি যদি নাইলনৰ ছাৰ্ট বা শাৰী পিন্ধে, তেন্তে আপোনাৰ শুষ্ক দেহৰ সৈতে অনব-্ত ঘঁহনি খাই খাই ই আহিত হৈ পৰে। ছাৰ্টটো খোলাৰ সময়ত আপুনি দেখি আচৰিত হ'ব যে ই বেলুন এটাৰ দৰে ফুলি উঠে। অন্ধকাৰ কোঠালি এটাত আপুনি আনকি ছাৰ্টটোৰ এটা অংশৰ পৰা আন এটা অংশলৈ দুই-এটা স্ফুলিংগ উৰি যোৱাও দেখিব, মাজে মাজে লগতে ফট্ ফট্ শব্দও হ'ব পাৰে। বজ্ৰপাতৰ সময়ত বিজুলী মাৰিলে যিটো হয়, এইটোও তেনেকুৱাই। বাৰিষাকালত বিজুলী-বজ্ৰপাতৰ অভিজ্ঞতা এটা সাধাৰণ ঘটনা। পানীৰ কণিকাৰ সৈতে বায়ুৰ ঘৰ্ষণৰ বাবে ডাৱৰবোৰ আহিত হৈ পৰে। অনাহিতকৰণ বা ডিছচাৰ্জৰ এনে সকলো ঘটনাতে পোহৰৰ স্ফুলিংগ দেখা পোৱা যায়।

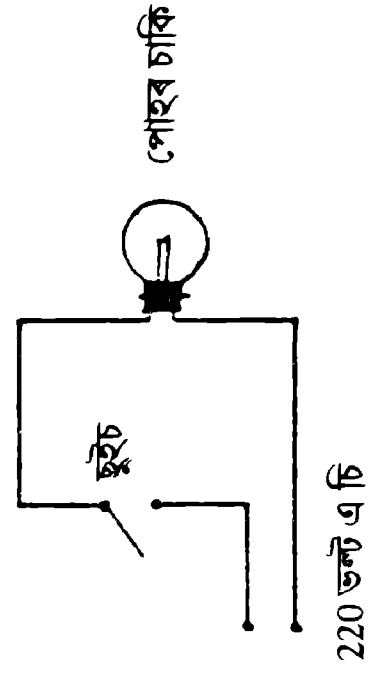
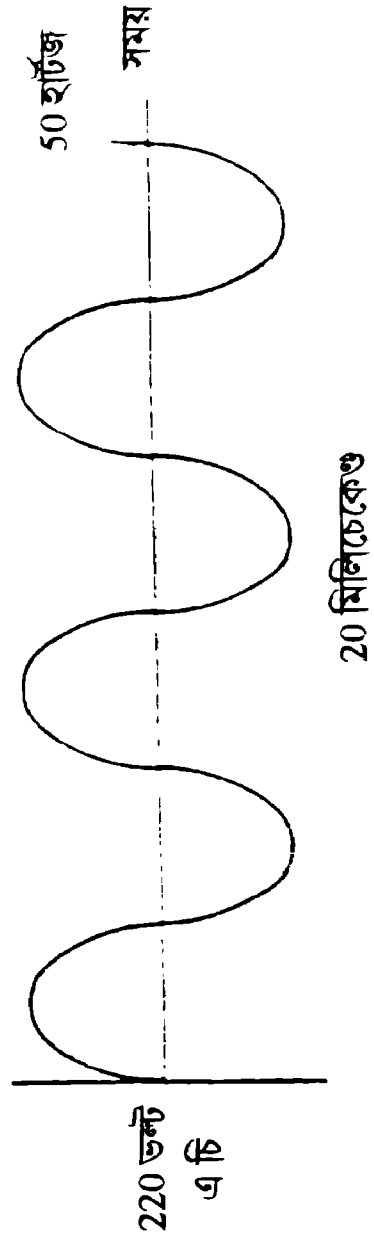
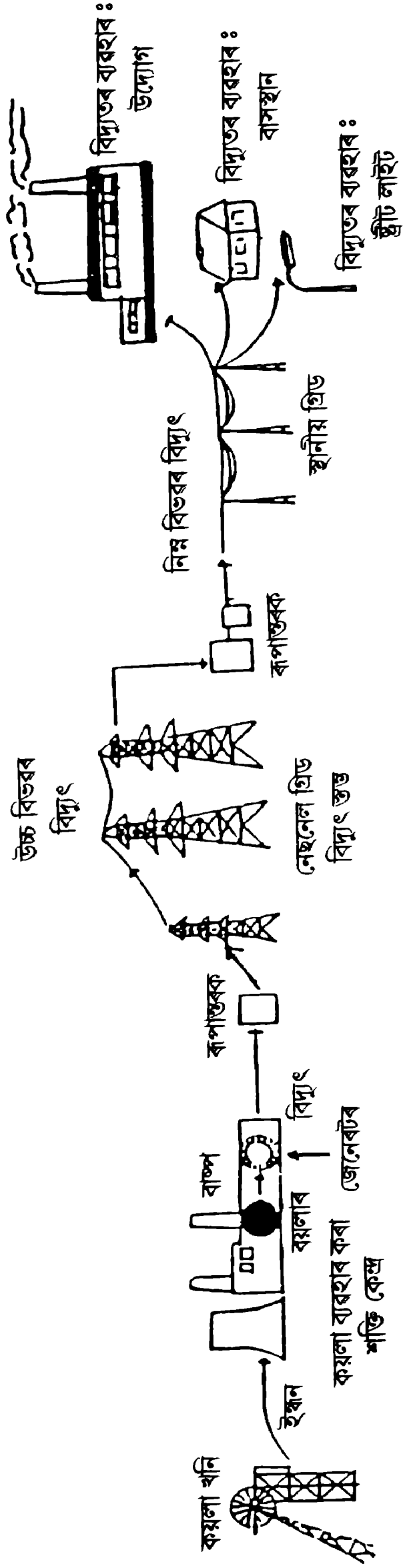
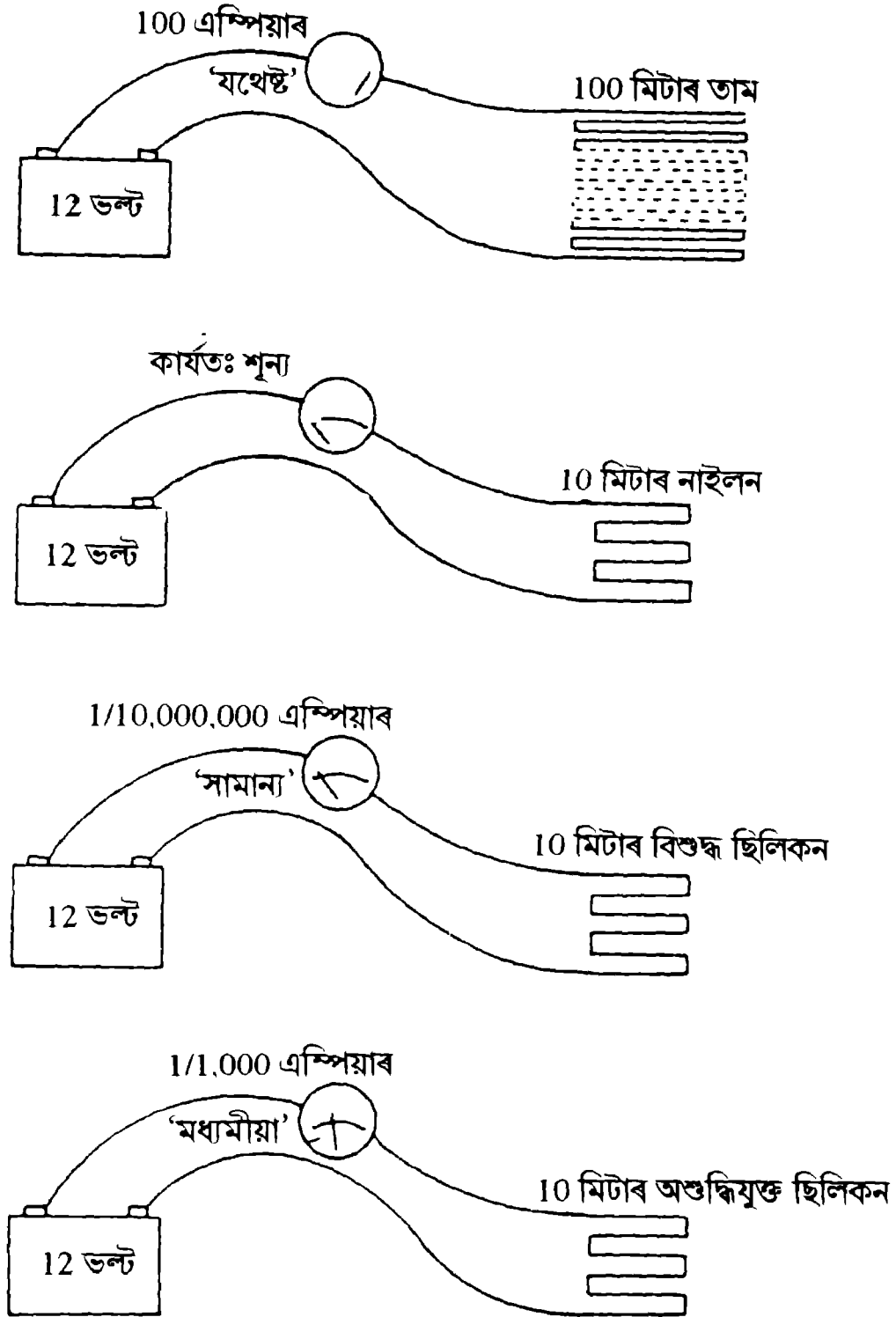
আপোনাৰ মনলৈ নিশ্চয় এনে এটা প্ৰশ্ন আহিছে ঃ কাঁচৰ দণ্ড, লা, এব'নি, জাংফাই, প্লাষ্টিক, নাইলন বা পানীৰ কণিকাহে কিয় বৈদ্যুতিক আধানেৰে আহিত হয়; ধাতুৰ দণ্ড কিয় নহয়। কথাটো হ'ল, পিতলৰ দণ্ড এডালো ঘঁহিলে আহিত হ'ব পাৰে, কিন্তু ধাতুৰ এনে এটা ধৰ্ম আছে যে এই আধান তৎক্ষণাৎ দণ্ডডালৰ গোটেই পৃষ্ঠতে বিয়পি পৰে। ধাতুবোৰ বৈদ্যুতিক আধানৰ সুপৰিবাহী আৰু সেয়ে আধান পুঞ্জীভূত হ'ব নোৱাৰে। আনহাতে, কাঁচৰ দণ্ড অতি কু-পৰিবাহী, সেয়ে ইয়াৰ এটা অংশ ঘঁহালে স্থানীয়ভাৱে আধান পুঞ্জীভূত হ'ব পাৰে। ই বিয়পি বা আঁতৰি নপৰে। কাঁচৰ দণ্ড, প্লাষ্টিক, আৰু নাইলন আদিক বিদ্যুতৰ অপৰিবাহী বা 'অন্তৰক' (insulator) বুলি কোৱা হয়।

গতিশীল আধান আৰু বিদ্যুৎ প্ৰবাহ

বিদ্যুতৰ কথা ক'লেই সাধাৰণতে এটা ছুইচৰ সহায়ত 'অন' আৰু 'অফ' কৰিব পৰা এটা ব্যৱস্থাৰ ছবি আমাৰ মনলৈ আহে। আমি যেতিয়া ছুইচ এটা অন কৰোঁ, তেতিয়া এই ছুইচৰ সৈতে তাঁৰেৰে সংযোগ কৰি ৰখা প্ৰয়োগ-সঁজুলি এটালৈ বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হয়। বিদ্যুতে আমাক কাৰ্য সম্পাদন কৰি দিয়ে। উদাহৰণস্বৰূপে, ই এটা বৈদ্যুতিক মটৰ চলাই এটা কুঁৱাৰ পৰা পানী তুলি ঘৰৰ ওপৰত থকা পাত্ৰ এটাত জমা কৰিব পাৰে। বৈদ্যুতিক পোহৰ-চাকিয়ে আমাক ৰাতি-বিয়লি কাম কৰিবলৈ আৰু পঢ়াশুনা কৰিবলৈ পোহৰ দিয়ে। আধুনিক জীৱনত বিদ্যুতৰ (বা গতিশীল বৈদ্যুতিক আধানৰ) উল্লেখনীয় ভূমিকা নথকা কাম-কাজ খুব কমেই আছে।

বিদ্যুৎ উৎপাদনৰ এটা উপায় হ'ল কাঁচৰ দণ্ড ঘঁহাই তাত বৈদ্যুতিক আধান

চিত্ৰ 2.3 : লেকলাংকি কোষে 1 ভল্ট ডি চি উৎপন্ন কৰে।

পুঞ্জীভূত কৰা। কিন্তু এই বৈদ্যুতিক আধান স্থিতিশীল; ইয়াৰ প্ৰবাহ নহয়। প্ৰবাহিত বিদ্যুতৰ প্ৰথম উৎস আছিল ভল্টাৰ স্তূপ। ইটালীয় বিজ্ঞানী আলেছান্দ্ৰো ভল্টা (1745-1827)-ই 1800 চনত পোনপ্ৰথমে ৰাসায়নিক বেটাৰি উদ্ভাৱন কৰে। তাম আৰু দস্তাৰ কিছুমান থাল ইখনৰ পিছত সিখনকৈ সজাই সেইবোৰৰ মাজত এলুমিনিয়াম ক্লৰাইডত তিয়াই লোৱা টিছু পেপাৰ দি এই স্তূপ তৈয়াৰ কৰা হৈছিল। দস্তাৰ থালবোৰ (আটাইবোৰ একেলগে সংযোগ কৰা হৈছিল) আছিল ঋণাত্মক প্ৰান্ত আৰু তামৰ থালবোৰ আছিল ধনাত্মক প্ৰান্ত। এনে ধৰণৰ 'বেটাৰি'ত এটা বিদ্যুৎ-ৰাসায়নিক বিক্ৰিয়া ঘটে আৰু দস্তাৰ প্ৰান্তলৈ ইলেকট্ৰনবোৰ ওলাই আহে। ধাতুৰ পৰিবাহীৰ মাজেৰে প্ৰবাহিত হৈ এই ইলেকট্ৰনবোৰ ধনাত্মক প্ৰান্তেৰে বেটাৰিলৈ পুনৰ ঘূৰি যায়। ইলেকট্ৰনবোৰ প্ৰবাহিত হ'বলৈ বাহিৰত ধাতুৰ তাঁৰ এডাল যদিহে নাথাকে, তেন্তে বেটাৰিৰ ভিতৰৰ ৰাসায়নিক কৰ্ম-কাণ্ড বন্ধ হৈ যাব। এটা টৰ্চৰ বাল্ব সংযোজিত তাঁৰ এডাল যদি বেটাৰিৰ দুই মূৰত সংযোগ কৰা হয়, তেন্তে লগে লগে ইলেকট্ৰন প্ৰবাহিত হ'ব আৰু বাল্বটো জ্বলি উঠিব। দস্তাৰ প্ৰান্তৰ পৰা তামৰ প্ৰান্তলৈ হোৱা ইলেকট্ৰনৰ এই প্ৰবাহকে 'বিদ্যুৎ প্ৰবাহ' (Electric current) বুলি কোৱা হয়। প্ৰচলিত ৰীতি অনুসৰি, অৱশ্যে, ধনাত্মক তামৰ প্ৰান্তৰ পৰা ঋণাত্মক দস্তাৰ প্ৰান্তলৈহে বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হোৱা বুলি ধৰা হয়। ধনাত্মক আৰু ঋণাত্মক প্ৰান্তৰ নামকৰণ আৰু বিদ্যুৎ প্ৰবাহৰ দিশৰ কথাটো ইলেকট্ৰন আৱিষ্কাৰৰ বহু আগতেই ঠিক কৰা হৈছিল, আৰু সেয়ে আজিও আমি এই ৰীতিকে গ্ৰহণ কৰি আছো!

আমাৰ ঘৰুৱা আৰু ঔদ্যোগিক ক্ষেত্ৰত প্ৰয়োজন হোৱা বিদ্যুৎ আমি ডাঙৰ ডাঙৰ শক্তি কেন্দ্ৰবোৰৰ পৰা পাওঁ। মেগাৱাট পৰিমাণৰ বিদ্যুৎ উৎপন্ন কৰা বৃহৎ তাপ-বিদ্যুৎ কেন্দ্ৰত কয়লা জ্বলাই সেই তাপেৰে পানী গৰম কৰি উচ্চ চাপত বাষ্প উৎপন্ন কৰা হয়। শক্তিশালী চুম্বক ক্ষেত্ৰৰ সৈতে সংলগ্ন তাঁৰৰ কুণ্ডলীৰ সৈতে পোনপটীয়াকৈ সংযোজিত টাৰ্বাইনৰ চকা ঘূৰাবলৈ এই বাষ্প ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এনেকুৱা যন্ত্ৰকে

চিত্ৰ 2.4 : এটা বৃহৎ তাপ বিদ্যুৎ কেন্দ্ৰত শক্তি উৎপাদনৰ ৰেখাচিত্ৰ।

চিত্ৰ 2.5 : পৰিবাহী, অন্তৰক আৰু অৰ্ধপৰিবাহী।

ডায়নামো বা জেনেৰেটৰ বুলি কোৱা হয়। ইয়াৰ ঘূৰ্ণীয়মান কুণ্ডলীয়ে বিদ্যুৎ উৎপন্ন কৰে, আৰু সেই বিদ্যুৎ ৰাজহুৱা বিতৰণ ব্যৱস্থালৈ সংযোগ কৰা হয়। আমাৰ দেশত নিউক্লীয় শক্তি কেন্দ্ৰও আছে। ইয়াত নিউক্লীয় ৰিয়েক্তৰৰ পৰা উদ্ভূত তাপেৰে পানী তপতাই বাষ্প তৈয়াৰ কৰা হয়। বিদ্যুৎ উৎপাদনৰ আন এটা উপায় হ'ল জলবিদ্যুৎ। প্ৰথমে নদীত বিশাল বিশাল বান্ধ দি পানী সঞ্চয় কৰা হয়। এনে জলাধাৰৰ পৰা উচ্চ চাপত পানী উলিয়াই বিশেষভাৱে নিৰ্মিত টাৰ্বাইন ঘূৰোৱা হয়। এনে জলবিদ্যুৎ শক্তি কেন্দ্ৰৰ পৰা বিপুল পৰিমাণৰ বিদ্যুৎ আহৰণ কৰিব পাৰি।

শক্তিকেন্দ্ৰত উৎপাদিত বিদ্যুৎ আৰু আমি বেটাৰিৰ পৰা পোৱা বিদ্যুতৰ মাজত এটা উল্লেখযোগ্য পাৰ্থক্য আছে। বেটাৰিৰ পৰা ইলেকট্ৰন এটা দিশতহে প্ৰবাহিত হয়।

ইয়াক 'প্ৰত্যক্ষ বিদ্যুৎ' বা ডিচি (DC) বুলি কোৱা হয়। বেটাৰিৰ ধনাত্মক আৰু ঋণাত্মক প্ৰান্ত থাকে আৰু সেই দুটা নিৰ্দেশিত কৰা থাকে। আনহাতে, আমাৰ ঘৰলৈ যি বিদ্যুতৰ যোগান ধৰা হয় সেই বিদ্যুতক 'পৰিৱৰ্তী বিদ্যুৎ' বা এচি (AC) বুলি কোৱা হয়। ইয়াত বিদ্যুতৰ গতিৰ দিশ প্ৰতি চেকেণ্ডত পঞ্চাশবাৰকৈ সলনি হৈ থাকে। আন কথাত ক'বলৈ গ'লে, উৎসৰ মেৰু ধৰ্ম এইটো হাৰতে সলনি হৈ থাকে। এচি উৎপন্ন কৰাৰ বহুতো সুবিধা আছে, তাৰে এটা হ'ল এই যে ৰূপান্তৰকৰ সহায়ত ইয়াৰ বিভৱৰ পৰিৱৰ্তন সাধন কৰিব পাৰি।

সু-পৰিবাহী ধাতুৰে নিৰ্মিত তাঁৰেৰে বিদ্যুৎ সহজে প্ৰবাহিত হ'ব পাৰে। কাঁচ, প্লাষ্টিক, কাঠ আদিৰ দৰে অপৰিবাহী পদাৰ্থই বিদ্যুৎ পৰিবহন নকৰে। সেয়ে কেবলবোৰৰ ভিতৰত তামেৰে নিৰ্মিত পৰিবাহী থাকে আৰু তাক আবৰি বাহিৰৰ ফালে প্লাষ্টিক বা পিভিচিৰে নিৰ্মিত অপৰিবাহী আৱৰণ এটা থাকে। এই আৱৰণে তামৰ তাঁৰডালক নিৰাপদে ৰাখে। পিছে সকলো ধাতুৱেই ইলেকট্ৰনৰ সু-পৰিবাহী নহয়। তামৰ শকত তাঁৰ, এলুমিনিয়াম আৰু টাংষ্টেন নিঃসন্দেহে চমৎকাৰ পৰিবাহী, কিন্তু একে ধাতুৰে মিহি তাঁৰবোৰ বৰ ভাল পৰিবাহী নহয়।

বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হ'লে নাইক্ৰম আৰু টাংষ্টেনৰ মিহি তাঁৰবোৰ উত্তপ্ত হৈ উঠে। এনে তাঁৰে বিদ্যুৎ প্ৰবাহক বাধা বা ৰোধ (resistance) প্ৰদান কৰে বুলি কোৱা হয়। এনে বাধা বা ৰোধৰ পৰিমাণ তাঁৰডালৰ নিৰ্মাণত ব্যৱহৃত ধাতু বা সংকৰ ধাতুৰ ধৰ্মৰ ওপৰত, ই কিমান শকত বা মিহি তাৰ ওপৰত আৰু তাঁৰৰ দৈৰ্ঘ্যৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

এইবোৰৰ উপৰিও আৰু এবিধ পদাৰ্থ আছে যি বিধ বেছিভাগ মানুহৰে বৰ পৰিচিত নহয়, কিন্তু আধুনিক ইলেকট্ৰনিক্সত যাৰ গুৰুত্ব অপৰিসীম। এইবোৰক অৰ্ধপৰিবাহী (semi conductor) বুলি কোৱা হয়। এইবোৰে বিদ্যুৎ পৰিবহন কৰে, কিন্তু তাৰ মাত্ৰা বা পৰিমাণ পৰিবাহী আৰু অপৰিবাহীৰ মাজভাগতে পৰে। আটাইতকৈ বিখ্যাত আৰু উপযোগী অৰ্ধপৰিবাহীবিধ হ'ল ছিলিকন। এই ছিলিকনেই সকলো ট্ৰেনজিষ্টৰ, সমন্বিত বৰ্তনী আৰু চিপৰ মূল পদাৰ্থ।

3

অৰ্ধপৰিবাহী, ইলেকট্ৰন আৰু হ'ল

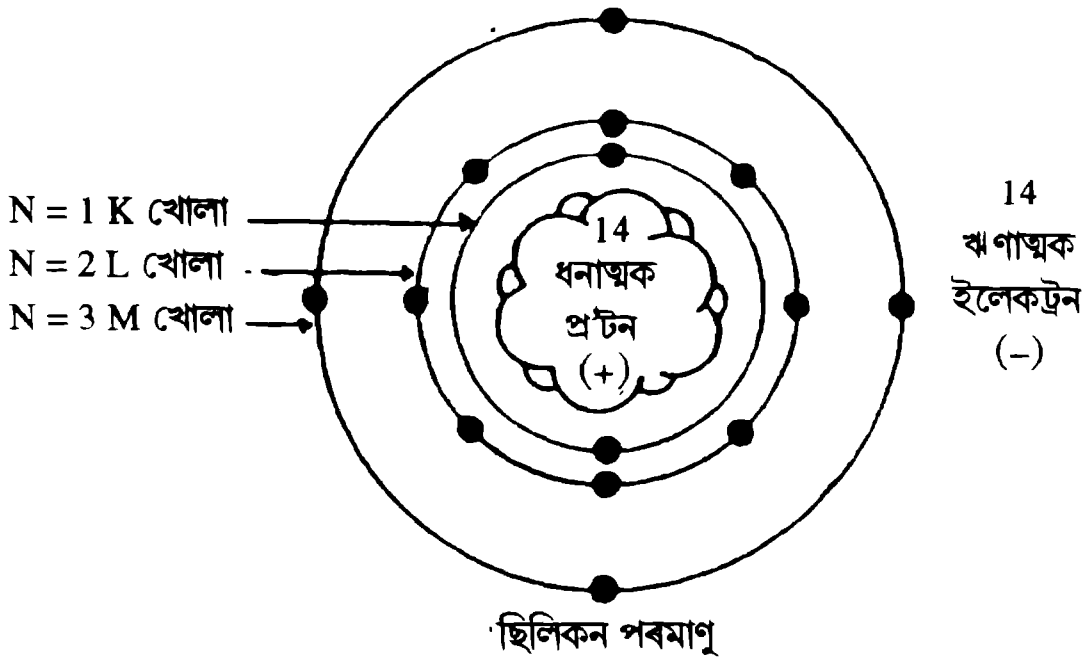
ৰসায়ন বিজ্ঞানৰ কিতাপত আমি প্ৰায় এশবিধ আন বিভিন্ন মৌলিক পদাৰ্থৰ নাম আৰু ধৰ্মৰ বিষয়ে পাওঁ। ইয়াৰে কিছুমান আমাৰ পৃথিৱীৰ উপৰিভাগত যথেষ্ট পৰিমাণে পোৱা যায়। কিছুমান অতি কম পৰিমাণে পোৱা যায় আৰু কেইবিধমান কৃত্ৰিম উৎপৰিৱৰ্তন পদ্ধতিৰে গৱেষণাগাৰত সৃষ্টি কৰা হৈছে।

বৈদ্যুতিক আৰু ভৌতিক ধৰ্মবোৰৰ দিশৰ পৰা এবিধ বিশেষ মৌলক আন এবিধ মৌলৰ পৰা পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াছত থকা প্ৰ'টন আৰু তাৰ চাৰিওফালে ঘূৰি থকা ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাৰ পৰা পৃথক কৰিব পাৰি। প্ৰ'টনৰ সংখ্যা বাঢ়ি যোৱাৰ লগে লগে পৰমাণু ক্ৰমে গধুৰ হৈ গৈ থাকে। ক্ৰমান্বয়ে বাঢ়ি অহা প্ৰ'টনৰ সংখ্যাৰ (ইয়াক পাৰমাণৱিক সংখ্যা বুলিও কোৱা হয়) ভিত্তিত মৌলবোৰৰ নামবোৰ তালিকাবদ্ধ কৰিব পাৰি, আৰু এনেকৈয়ে আমি 'পৰ্যাবৃত্ত তালিকা'খন (periodic table) পাওঁ। এই পৰ্যাবৃত্ত তালিকাখনে আকৰ্ষণীয়ভাৱে মৌলবোৰৰ ধৰ্মবোৰৰ এটা নিৰ্দিষ্ট চক্ৰীয় সম্পৰ্ক দাঙি ধৰে। এই বিশেষত্ববোৰক নিউক্লিয়াছৰ চাৰিওফালে থকা কক্ষত ঘূৰি থকা ইলেকট্ৰনবোৰৰ সৈতে জড়িত কৰিব পাৰি।

I	II											III	IV	V	VI	VII	VIII
H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
[illegible]	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	

চিত্ৰ 3.1 : মৌলৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকা।

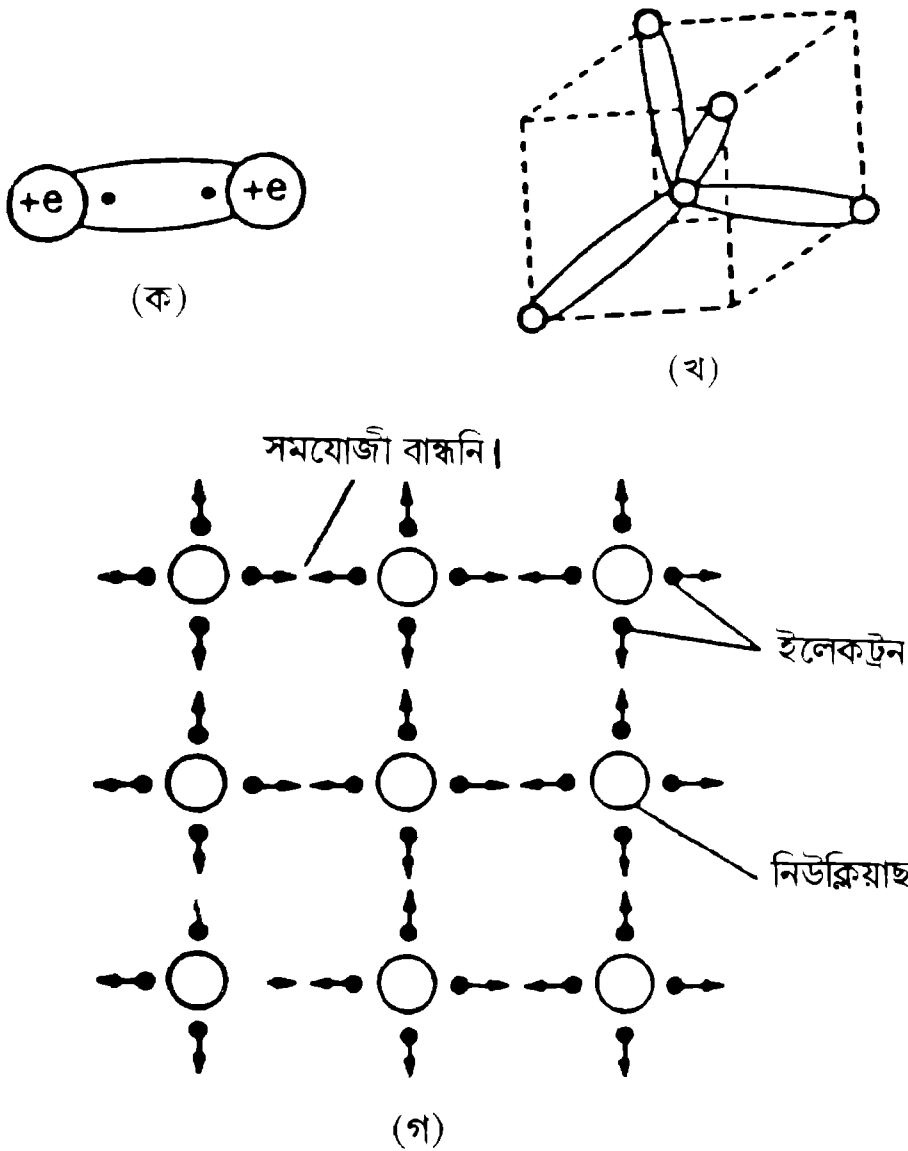
পৰমাণু এটাৰ অন্তঃতম খোলাবোৰত থকা ইলেকট্ৰনবোৰ বাহিৰৰ ইলেকট্ৰনবোৰৰ তুলনাত নিউক্লিয়াছৰ সৈতে অধিক ঘনিষ্ঠভাৱে আৱদ্ধ হৈ থাকে। একেবাৰে বাহিৰৰ খোলাটোত থকা ইলেকট্ৰনবোৰৰ এটা বিশেষ নাম আছে—যোজক ইলেকট্ৰন (valent electron)—আৰু মৌলৰ ভৌতিক আৰু ৰাসায়নিক ধৰ্মবোৰৰ বাবে এই ইলেকট্ৰনবোৰেই দায়ী।

অৰ্ধপৰিবাহীৰ বিষয়ে ভালকৈ জানিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা মৌলবোৰ হ'ল পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ চতুৰ্থ বৰ্গত থকা মৌলবোৰ। ছিলিকন আৰু জাৰ্মেনিয়াম মৌল দুটা ইয়াতে পোৱা যায় আৰু অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা নিৰ্মাণৰ ক্ষেত্ৰত যোৱা চাৰিটা দশক ধৰি ইহঁতক সফলভাৱে ব্যৱহাৰ কৰি থকা হৈছে। ইহঁতৰ বহিঃতম খোলাত চাৰিটা যোজক ইলেকট্ৰন থাকে। অৰ্ধপৰিবাহীবোৰৰ অভিনৱ বৈদ্যুতিক ধৰ্মৰ বাবে এই চাৰিটা ইলেকট্ৰনেই সম্পূৰ্ণভাৱে দায়ী। অৰ্ধপৰিবাহিতাৰ দিশৰ পৰা গুৰুত্বপূৰ্ণ অন্যান্য মৌলবোৰ হ'ল তৃতীয় আৰু পঞ্চম বৰ্গৰ মৌলবোৰ। ব'ৰন, এলুমিনিয়াম, গেলিয়াম আৰু ইণ্ডিয়ামৰ বহিঃতম খোলাত তিনিটাকৈ; আৰু ফছফৰাছ, আৰ্ছেনিক আৰু এণ্টিমণিৰ বহিঃতম খোলাত পাঁচোটাকৈ যোজক ইলেকট্ৰন থাকে। অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা নিৰ্মাণৰ ক্ষেত্ৰত তৃতীয়, চতুৰ্থ আৰু পঞ্চম বৰ্গৰ মৌলবোৰে গুৰুত্বপূৰ্ণ ভূমিকা পালন কৰে।

চিত্ৰ 3.2 : ছিলিকন পৰমাণু।

বহুসংখ্যক পৰমাণু যেতিয়া পৰস্পৰৰ কাষ চাপি আহে, তে[illegible]য়া সিহঁতে সাধাৰণতে ক্ৰিষ্টেলৰ সৃষ্টি কৰে। পৰমাণুবোৰ এক নিয়মিত বিন্যাস[illegible] সজ্জিত হৈ পৰে আৰু কোনো বিৰতি বা স্থানচ্যুতি নঘটাকৈ এই বিন্যাস গোটে[illegible] পদাৰ্থবিধতে থাকে। এই ত্ৰিমাত্ৰীয় বিন্যাসটোক 'ক্ৰিষ্টেল জালী' বুলি কোৱা হয়। ইয়াত প্ৰতিটো পৰমাণুৱে (একেবাৰে সীমাত থকাবোৰক বাদ দি) একে ধৰণৰ প্ৰতিবেশী থাকে। প্ৰতিটো পৰমাণুৱে বিভিন্ন ধৰণৰ আন্তঃপাৰমাণৱিক বলৰ প্ৰভাৱ অনুভৱ কৰে; ইয়াৰে কিছুমান আকৰ্ষণী বল আৰু আন কিছুমান বিকৰ্ষণী বল। এই বলবোৰৰ সমতুলতাৰ ওপৰতে ক্ৰিষ্টেলৰ

প্ৰতিবেশী পৰমাণুবোৰৰ মাজৰ প্ৰকৃত দূৰত্ব নিৰ্ভৰ কৰে। পৰমাণুবোৰে এনে ধৰণে স্থান গ্ৰহণ কৰে যাতে ক্ৰিষ্টেলটোৰ ভিতৰৰ সৰ্বমুঠ শক্তিৰ পৰিমাণ ন্যূনতম হয়।

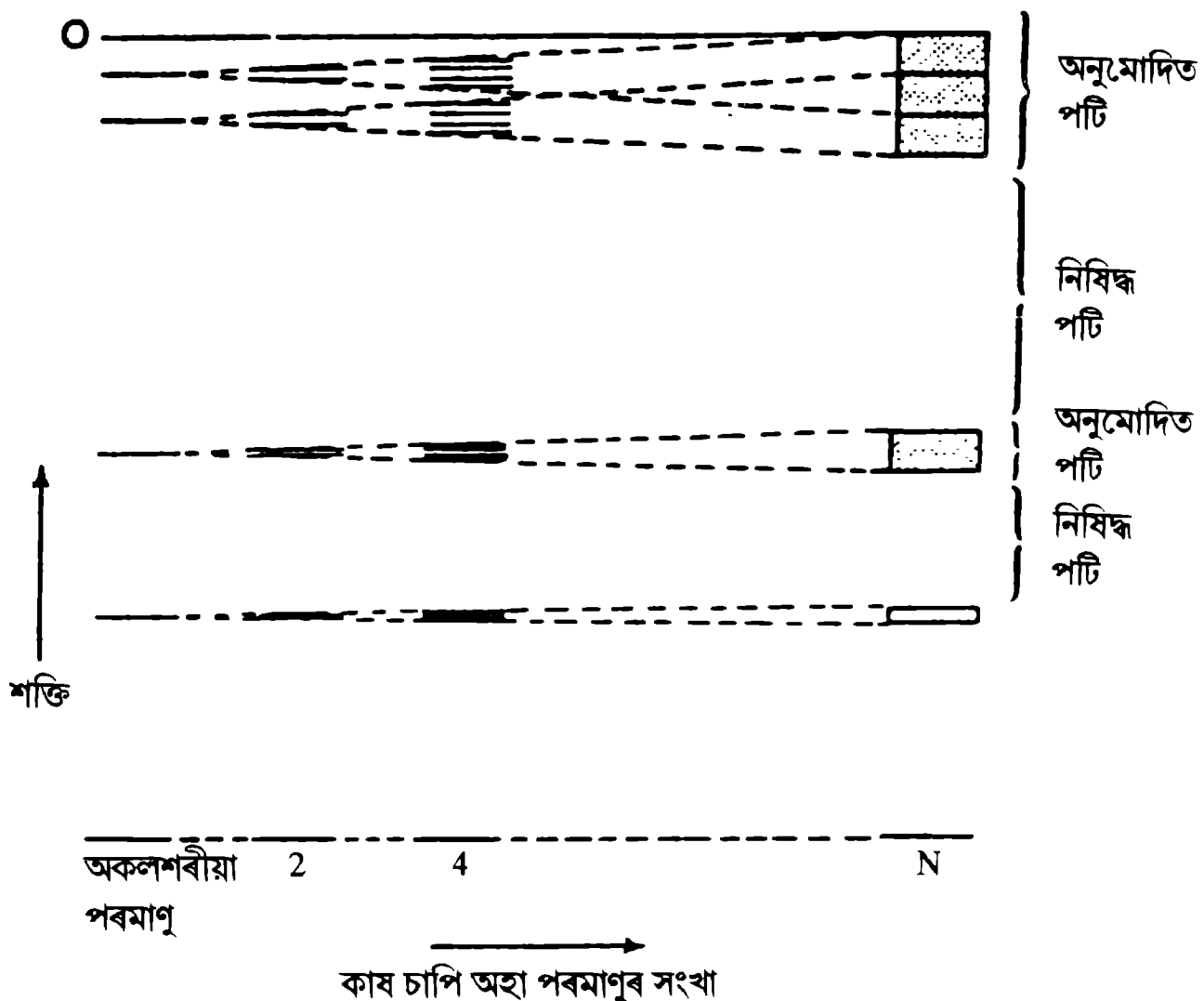
সুস্থিৰ ক্ৰিষ্টেলীয় গঠন এটাৰ বাবে পৰমাণুবোৰে দুটা প্ৰধান উপায়েৰে বান্ধোনৰ সৃষ্টি কৰে। ইয়াৰে এটা হ'ল 'সমযোজী বান্ধনি' (covalent bond); এই বান্ধনিৰ জৰিয়তে কাৰ্বন (হীৰা), ছিলিকন আৰু জাৰ্মেনিয়ামৰ বিশেষ ধৰ্মবোৰ ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। এইবোৰ পদাৰ্থ ভৌতিকভাৱে অতি কঠিন আৰু বিদ্যুতৰ বৰ ভাল পৰিবাহী নহয়। আনবিধ বান্ধনি হ'ল 'ধাতৰ বান্ধনি' (metallic bond)। আমাৰ পৰিচিত সোণ, ৰূপ আৰু তামৰ দৰে ধাতুৰ ক্ৰিষ্টেলবোৰ এই ধৰণৰ। ইহঁত বিদ্যুতৰ উত্তম পৰিবাহী।

হাইড্ৰোজেনৰ পৰমাণুটোৱেই আটাইতকৈ সৰল পৰমাণু। ইয়াৰ নিউক্লিয়াছত এটা মাত্ৰ প্ৰ'টন থাকে, আৰু সেয়ে ইয়াৰ চাৰিওফালে এটা ইলেকট্ৰন ঘূৰি থাকে। পৰমাণু এটাৰ খোলাবোৰত সম্পূৰ্ণ ইলেকট্ৰন থকা অৱস্থাটোক পৰমাণুৰ 'সুস্থিৰ' অৱস্থা বুলি কোৱা হয়। এনে এটা অৱস্থা কেৱল নিষ্ক্ৰিয় গেচবোৰৰ ক্ষেত্ৰতহে পোৱা যায়, যি বোৰ পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ 0-বৰ্গৰ অন্তৰ্গত। হাইড্ৰোজেনৰ পৰমাণুৱে ইয়াৰ ইলেকট্ৰনটো আন এটা পৰমাণুৰ ইলেকট্ৰনৰ সৈতে অংশ-ভাগ কৰি এটা সুস্থিৰ অণু গঠন কৰি এই সুস্থিৰ

চিত্ৰ 3.3 : সমযোজী বান্ধনিৰ উদাহৰণ : (ক) আণৱিক হাইড্ৰোজেন, (খ) জাৰ্মেনিয়াম বা ছিলিকন পৰমাণুৰ চতুৰ্ফলক সজ্জা, (গ) জাৰ্মেনিয়াম বা ছিলিকন ক্ৰিষ্টেলৰ দ্বি-মাত্ৰীয় ৰেখাচিত্ৰ।

অৱস্থালৈ (অৰ্থাৎ ইয়াৰ একমাত্ৰ খোলাটোত দুটা ইলেকট্ৰন থকা অৱস্থালৈ) যাবলৈ চেষ্টা কৰে। আনটো হাইড্ৰোজেন পৰমাণুৱেও একে ধৰণৰ চেষ্টাই কৰে। গতিকে আমি এনে এটা অৱস্থা পাওঁ য'ত দুয়োটা ইলেকট্ৰন আধা সময়ৰ বাবে এটা পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াছৰ সৈতে আৰু বাকী আধা সময়ৰ বাবে আনটো পৰমাণুৰ নিউক্লিয়াছৰ সৈতে জড়িত হৈ থাকে। বেছিভাগ সময়ৰ বাবে ইলেকট্ৰন দুটাই নিউক্লিয়াছ দুটাৰ মধ্যভাগত এখন আংশিক বিদ্যুৎ পৰ্দাৰ সৃষ্টি কৰি বিৰাজ কৰে। ইয়াৰ ফলত প্ৰ'টন দুটাৰ মাজৰ স্থিতি-বৈদ্যুতিক বিকৰ্ষণ কমে। ইলেকট্ৰনৰ এই সমবণ্টনৰ বাবে পৰমাণু দুটাৰ মাজত সংসক্তি বাঢ়ে। এনেকৈয়ে দুটা হাইড্ৰোজেন পৰমাণুৰ মাজত সমযোজী বান্ধনিৰ সৃষ্টি হৈ সুস্থিৰ হাইড্ৰোজেন অণু গঠন হয়। ক্ৰিষ্টেল গঠন কৰোঁতে কাৰ্বন, জাৰ্মেনিয়াম আৰু ছিলিকনৰ পৰমাণুৰ মাজতো এনেকুৱা সমযোজী বান্ধনিৰ সৃষ্টি হয়। এইবোৰ মৌল পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ চতুৰ্থ বৰ্গৰ হোৱা বাবে সিহঁতৰ চাৰিটাকৈ যোজক ইলেকট্ৰন থাকে।

শক্তি পটি

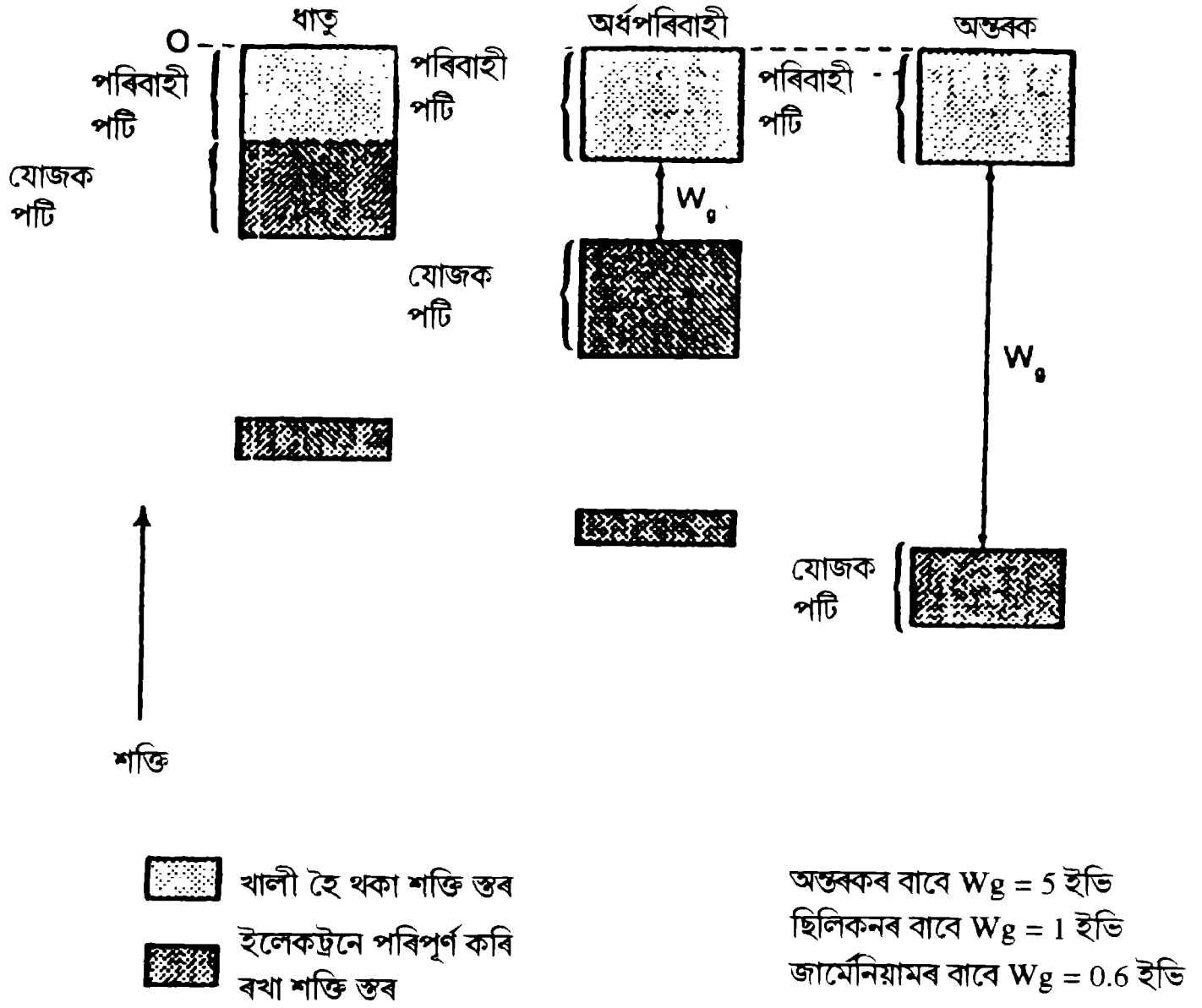
অকলশৰীয়াকৈ থকা পৰমাণুৰ ক্ষেত্ৰত (উদাহৰণস্বৰূপে, নিম্ন চাপত থকা গেচ) ইলেকট্ৰনৰ অনুমোদিত কক্ষপথবোৰ (allowed orbits) এটা আনটোৰ পৰা পৃথক আৰু স্পষ্টভাৱে সংজ্ঞাবদ্ধ। এই কক্ষপথবোৰ প্ৰধানতঃ পাৰমাণৱিক সংখ্যা, অৰ্থাৎ নিউক্লিয়াছত থকা প্ৰ'টনৰ সংখ্যা, আৰু কক্ষপথৰ কোৱাণ্টাম সংখ্যা (n)ৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। আনহাতে, এটা বিশেষ কক্ষপথত থকা ইলেকট্ৰনৰ শক্তি কোৱাণ্টাম সংখ্যাৰ বৰ্গৰ ব্যস্তানুপাতিক, অৰ্থাৎ $1/n^2$-ৰ সমানুপাতিক। দৰাচলতে, আৰু কেইবাটাও কোৱাণ্টাম সংখ্যা আছে যিবোৰৰ কথা আমি ইয়াত উল্লেখ কৰা নাই। (এইবোৰে ইলেকট্ৰনৰ কৌণিক ভৰবেগ আৰু স্পিন নিৰ্ণয় কৰে, কিন্তু অৰ্ধপৰিবাহী চিপৰ এই প্ৰাথমিক আলোচনাত এইবোৰৰ বিষয়ে চিন্তা কৰিব নালাগে।)

যদি এনেকুৱা দুটা পৰমাণু এটা অণু গঠন কৰিবলৈ কাষ চাপি আহে, তেন্তে সিহঁতৰ ইলেকট্ৰনৰ শক্তি স্তৰবোৰত (energy levels) এটা অতি আকৰ্ষণীয় ঘটনা ঘটে। অণুটোৱে এটাৰ ঠাইত দুটা শক্তি স্তৰ প্ৰদৰ্শন কৰে। এই স্তৰ দুটা খুব ওচৰা-ওচৰিকৈ থাকে, কিন্তু স্পষ্ট। সেইদৰে, চাৰিটা পৰমাণু কাষ চাপি আহিলে এটাৰ ঠাইত চাৰিটা স্তৰ পোৱা যায়, যি কেইটা ওচৰা-ওচৰিকৈ থাকে যদিও স্পষ্ট। কাষ চাপি অহা পৰমাণুৰ সংখ্যা বাঢ়ি অহাৰ লগে লগে শক্তি স্তৰৰ সংখ্যাও বাঢ়ি গৈ থাকে। একো একোটা ক্ৰিষ্টেলত, য'ত প্ৰতি ঘন মিটাৰত প্ৰায় 10^{29} টা পৰমাণু থাকে, তাত গাইগুটীয়া শক্তি স্তৰবোৰ মিলি পটি (band) গঠন কৰে। এই পটিবোৰত ওচৰা-ওচৰিকৈ অসংখ্য গাইগুটীয়া স্তৰ থাকে। কাৰ্যক্ষেত্ৰত প্ৰতিবেশী স্তৰবোৰৰ মাজত পাৰ্থক্য ইমানেই কম যে পটিবোৰক মোটামুটি নিৰৱচ্ছিন্ন বুলিয়েই ক'ব পাৰি। এনেদৰে, সুকীয়া পৰমাণু এটাৰ বাবে যিটো একক স্পষ্ট স্তৰ আছিল, ক্ৰিষ্টেল এটাৰ বাবে সি হৈ পৰে এটা

চিত্ৰ 3.4 : পৰমাণুৰ মাজৰ আন্তঃক্ৰিয়া আৰু শক্তি পটিৰ গঠন।

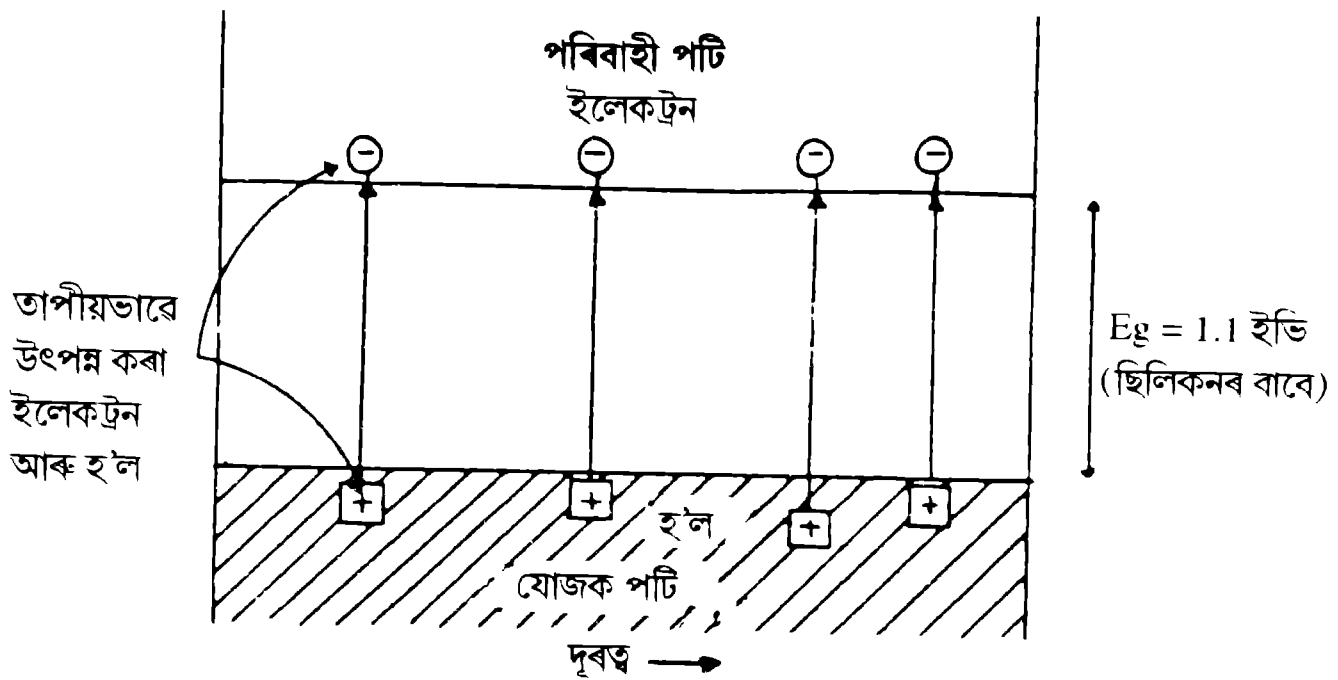
আহল-বহল 'অনুমোদিত পটি'। এনেকুৱা অনুমোদিত পটিবোৰ কিছুমান অঞ্চলেৰে পৃথক হৈ থাকে, যিবোৰ অঞ্চলত কোনো অনুমোদিত শক্তি স্তৰ নাথাকে। এনেকুৱা অঞ্চলবোৰক 'নিষিদ্ধ পটি' (forbidden band) বুলি কোৱা হয়।

সম্পূৰ্ণৰূপে পূৰ্ণ পটিবোৰৰ উচ্চতম পটিটোক 'যোজক পটি' (valent band) বুলি কোৱা হয়। যোজক পটিৰ ঠিক ওপৰতে থকা খালী বা আংশিকভাৱে পূৰ্ণ পটিটোক কোৱা হয় 'পৰিবাহী পটি' (conducting band)। এনেকুৱা এটা ক্ৰিষ্টেলত যদি বাহ্যিক বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ৰ এখন প্ৰয়োগ কৰা হয়, তেন্তে উচ্চতম পৰিবাহী পটিত থকা ইলেকট্ৰনবোৰে বাহ্যিক বেটাৰিৰ ধনাত্মক প্ৰান্তলৈ গতি কৰে। এই ঘটনাটোৱে ধাতুক উচ্চ বৈদ্যুতিক পৰিবাহিতা প্ৰদান কৰে।

সাৰণী খ

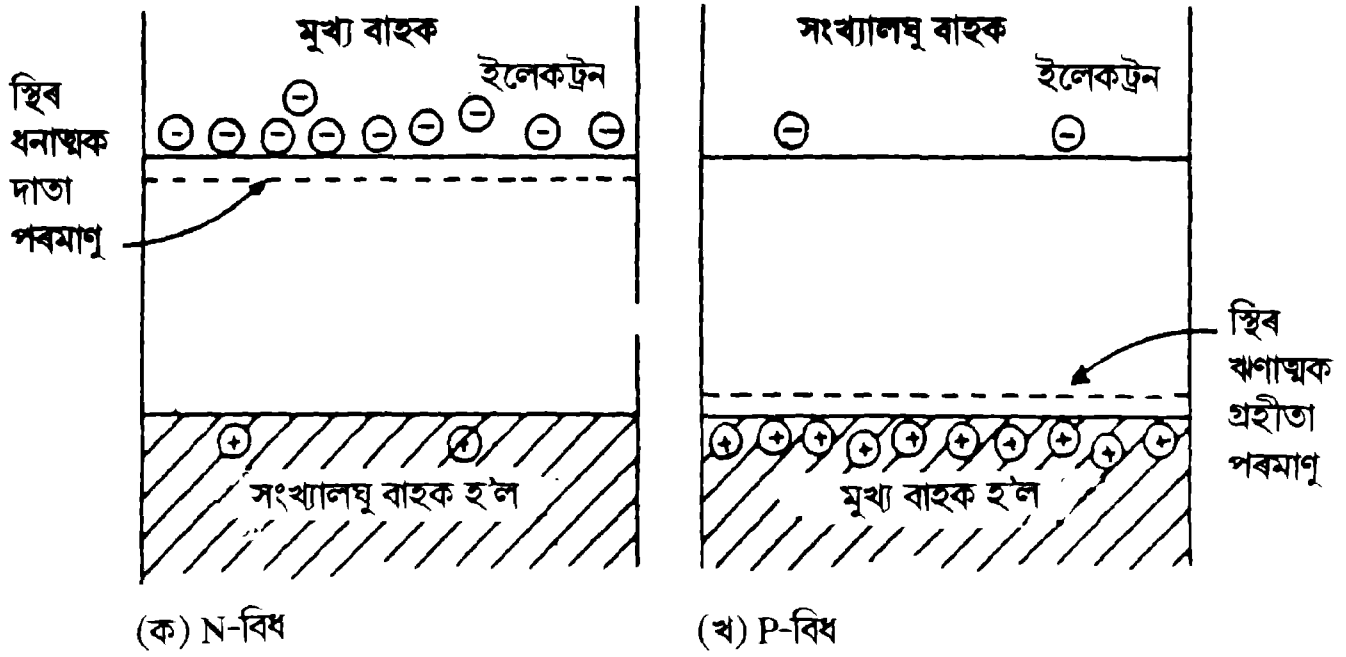
- 0.1 কিলোগ্ৰাম ভৰৰ বস্তু এটা 1 মিটাৰ ওপৰলৈ তুলিলে যি পৰিমাণৰ কাৰ্য কৰা হয় তাকে 1 জুল কাৰ্য বোলে।
- 1 ভল্টৰ বিভৱান্তৰত ইলেকট্ৰন এটাই গতি কৰিলে যি পৰিমাণৰ কাৰ্য হয় সেইটো 1 ইভি (ইলেকট্ৰন ভল্ট) বা 1.6×10^{-19} জুল।

চিত্ৰ 3.5 : ধাতু, অৰ্ধপৰিবাহী আৰু অন্তৰকৰ শক্তি পটিবোৰ।

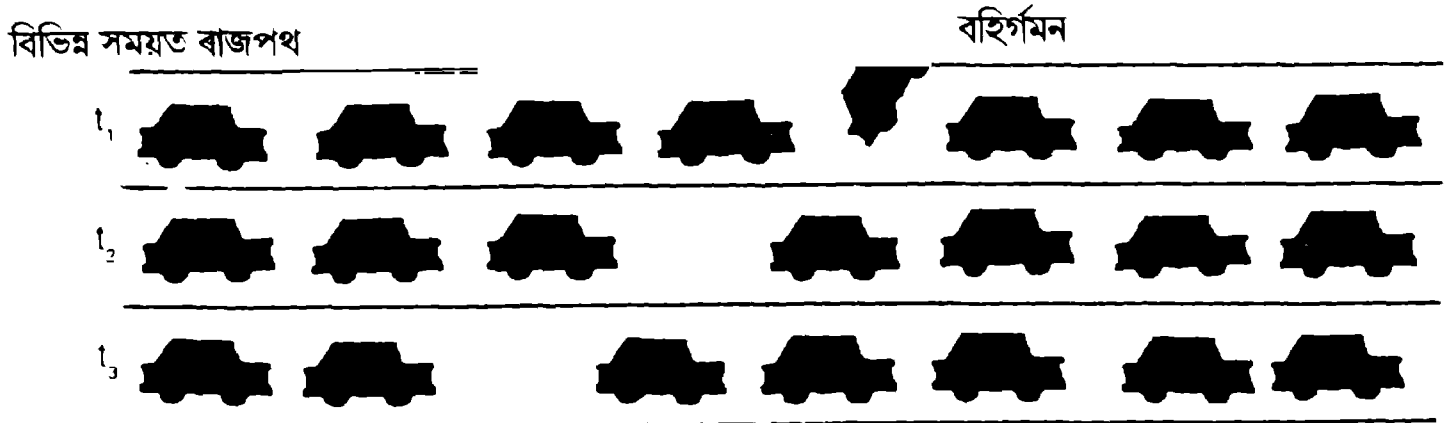
বিভিন্ন পদাৰ্থৰ বৈদ্যুতিক ৰোধক্ষমতাৰ বিস্তৰ তাৰতম্যক সিহঁতৰ শক্তি পটিৰ গঠনৰ ভিত্তিত ব্যাখ্যা কৰিব পাৰি। চিত্ৰত ধাতু, অৰ্ধপৰিবাহী আৰু অন্তৰকৰ পৰিবাহী, নিষিদ্ধ আৰু যোজক পটিবোৰ দেখুওৱা হৈছে। অন্তৰক আৰু অৰ্ধপৰিবাহীৰ ক্ষেত্ৰত যোজক পটি আৰু পৰিবাহী পটিৰ মাজত এটা ডাঙৰ শক্তি অন্তৰাল (energy gap) থাকে। হীৰাৰ দৰে ভাল অন্তৰকৰ ক্ষেত্ৰত এই অন্তৰাল 5 ইলেকট্ৰন ভল্ট, আনহাতে জাৰ্মেনিয়াম আৰু ছিলিকনৰ ক্ষেত্ৰত ই ক্ৰমে 0.7 ইভি আৰু 1 ইভি। এনে পদাৰ্থৰ ক্ষেত্ৰত যোজক পটিৰ একোটা ইলেকট্ৰনে সমুচিত পৰিমাণৰ শক্তি আহৰণ কৰি প্ৰাচীৰ পাৰ হৈ পৰিবাহী পটিলৈ জাঁপ মাৰিব পাৰিলেহে ই বিদ্যুৎ প্ৰবাহত ভাগ ল'ব পাৰে।

গোটা পদাৰ্থৰ পৰমাণুবোৰ কেতিয়াও শান্ত অৱস্থাত নাথাকে। (কেৱল –273° চেলচিয়াচ উষ্ণতাতহে সিহঁত অতিশয় শান্ত হৈ থাকে।) উচ্চতৰ উষ্ণতাত সিহঁত অনবৰতে অশান্ত হৈ থাকে আৰু সিহঁতৰ 'তাপীয় শক্তি' (thermal energy) থাকে। এই তাপীয় শক্তিয়ে পৰমাণুবোৰক ক্ৰিষ্টেলৰ জালীত থকা সিহঁতৰ মাধ্য স্থানক কেন্দ্ৰ কৰি স্পন্দিত কৰি ৰাখে। উষ্ণতা বঢ়াৰ লগে লগে পৰমাণুবোৰৰ স্পন্দনৰ বিস্তাৰো

চিত্ৰ 3.6 : অন্তঃস্থ অৰ্ধপৰিবাহীৰ এটা সৰল উদাহৰণ।

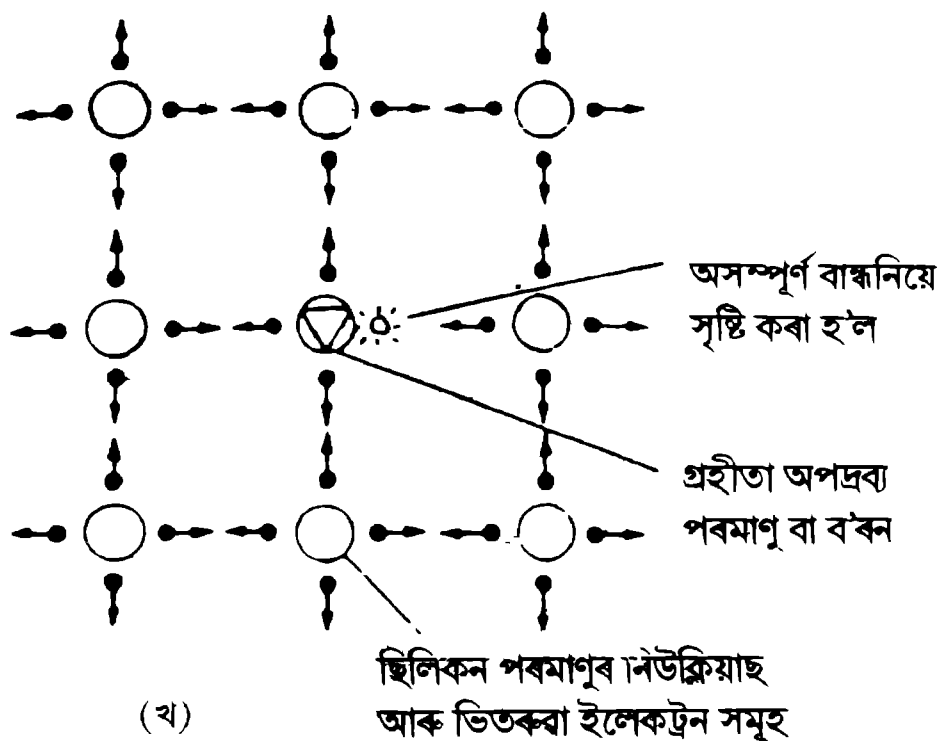
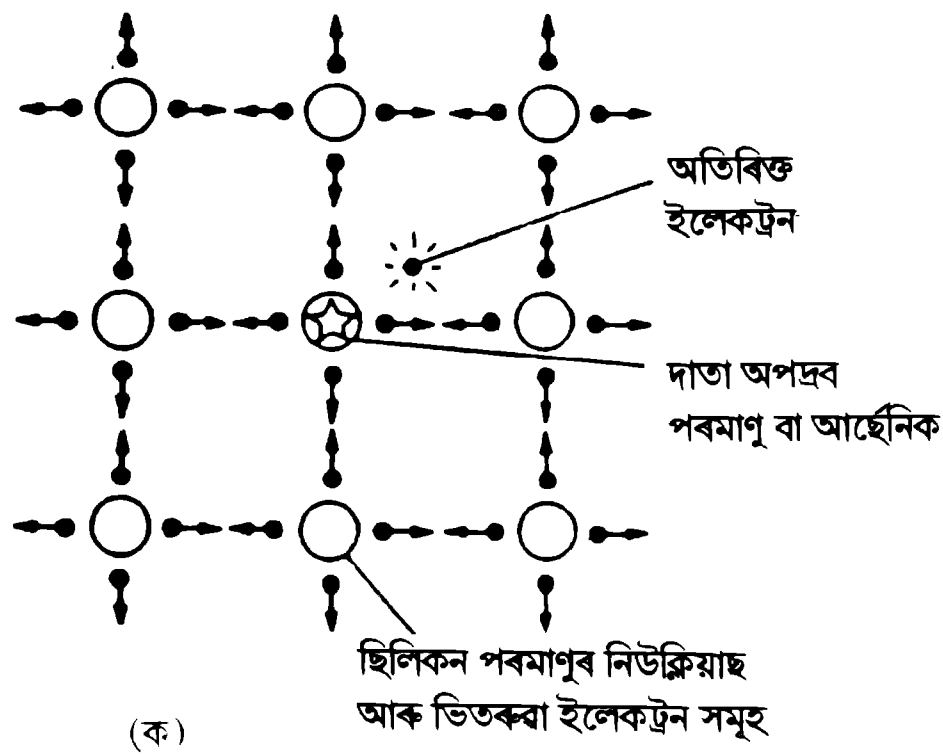
বাঢ়ি যায়। পৰমাণুবোৰে এই তাপীয় শক্তিৰ এটা অংশ যোজক ইলেকট্ৰনৰ সৈতে ভাগ কৰে। অৰ্ধপৰিবাহীবোৰৰ ক্ষেত্ৰত যোজক ইলেকট্ৰনে ইয়াৰ সমযোজী বান্ধনি ছিঙিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা শক্তিখিনি লাভ কৰিলে ই পৰিবাহী পটিলৈ জঁাপ মাৰি দিয়ে। নিষিদ্ধ অন্তৰাল পাৰ হ'বলৈ ইলেকট্ৰন এটাক এক ইলেকট্ৰন ভল্টতকৈও কম পৰিমাণৰ শক্তিহে লাগে। কোৱাণ্টাম তত্বৰ আধাৰত দেখুৱাব পাৰি যে উষ্ণতা বাঢ়ি যোৱাৰ লগে লগে পৰিবাহী পটিত এনেকুৱা মুক্ত ইলেকট্ৰনৰ সংখ্যাও বাঢ়ি যায়। হীৰাৰ ক্ষেত্ৰত এই শক্তি অন্তৰাল প্ৰায় 5 ইভি। সাধাৰণ উষ্ণতাত ইলেকট্ৰনৰ কাৰণে এইটো এটা বেছ ডাঙৰ বাধা, সেয়ে সাধাৰণ উষ্ণতাত হীৰা অপৰিবাহী হৈয়ে ৰয়।

সমযোজী বান্ধনি এটা ভাঙি ইলেকট্ৰন এটা পৰিবাহী পটিলৈ গ'লে অৰ্ধপৰিবাহী পৰমাণুৰ +4e পৰিমাণৰ কাৰ্যকৰী নিউক্লীয় আধান ফেৰ মাৰিবলৈ মাত্ৰ তিনিটা ইলেকট্ৰনহে বাকী থাকে। একেবাৰে আক্ষৰিক অৰ্থতে যোজক পটিত এটা 'বিন্ধা' বা 'হ'ল (hole) থকা বুলি ক'ব পাৰি। হ'ল মানে এইটো নহয় যে ছিলিকন ক্ৰিষ্টেলটোৰ কোনো অংশত এটা পৰমাণু অনুপস্থিত, অৰ্থাৎ এটা শূন্যতা আছে। প্ৰতিটো হ'ল আচলতে ক্ৰিষ্টেল জালী চানেকীত একোটা ইলেকট্ৰনৰ ৰিক্তস্থান। এইটো পৰমাণু এটাৰ এনেকুৱা এটা অংশ যিটো অসম্পূৰ্ণ। এইটো তেনেই স্বাভাৱিক যে প্ৰতিবেশী কোনো যোজক ইলেকট্ৰনে আহি এই শূন্য ঠাইখিনি পূৰাবহি, কিন্তু তেনে কৰোঁতে ইলেকট্ৰনটো য'ৰ পৰা আহে, তাত আন এটা হ'লৰ সৃষ্টি হ'ব। কাৰ্যতঃ, এনে লাগিব যে যোজক পটিত হ'ল এটাই স্বাধীন সত্তা হিচাপে গতি কৰিব পাৰে।

ব্যস্ত পথ এটাৰে যোৱা গাড়ীৰ সৈতে তুলনা কৰি আমি এই পৰিঘটনাটো চাব পাৰোঁ। ধৰক আমি এটা ৰাজপথৰ ট্ৰেফিক ভীৰৰ মাজত আছোঁ, শামুকীয়া গতিৰে গাড়ীৰ দীঘল শাৰী এটা গৈ আছে—ইমানেই ভীৰ যে আগৰ গাড়ীৰ পিছফালৰ

চিত্ৰ 3.7 : (ক) N-বিধ, (খ) P-বিধ ছিলিকনৰ পটিৰ ৰেখাচিত্ৰ।

বাম্পাৰত পিছৰ গাড়ীৰ আগফালৰ বাম্পাৰ লাগি গৈছেগৈ। যদি গাড়ীৰ এই শাৰীৰ পৰা এখন গাড়ী এটা উপপথেৰে ওলাই যায়, তেন্তে ই শাৰীটোত এটা খালী ঠাই বা হ'ল সৃষ্টি কৰিব। এতিয়া পিছত থকা গাড়ীখনে এই খালী ঠাইখিনিৰ সুবিধা লৈ আগবাঢ়ি আহিব আৰু সেইখিনি পূৰণ কৰিব। ইয়াৰ পিছৰ গাড়ীখনেও একেদৰে আগবাঢ়ি আহিব আৰু আগফালৰ খালী ঠাইখিনি পূৰাব। এনেকৈ ইখনৰ পিছত সিখন

চিত্ৰ 3.8 : হ'লটো ক্ৰমান্বয়ে বাঁওফালে গৈ আছে।

গাড়ী খালী ঠাইখিনি পূৰাবলৈ আগবাঢ়ি যাব, আৰু এনে লাগিব যেন খালী ঠাইখিনিয়ে বিপৰীত দিশলৈ দ্ৰুতভাৱে গতি কৰিছে। এইটো এটা তুলনাহে, তথাপি অৰ্ধপৰিবাহীৰ যোজক পটিত হ'লৰ সৃষ্টি আৰু সিহঁতৰ গতি-বিধিৰ কথাটো ই বেছ সুন্দৰভাৱে ব্যাখ্যা কৰে।

এটা অৰ্ধপৰিবাহী ক্ৰিষ্টেলত এটা বাহ্যিক বেটাৰি সংযোগ কৰিলে এই হ'লবোৰ এনে এক দিশত প্ৰবাহিত হয় যিটো পৰিবাহী পটিত হোৱা ইলেকট্ৰনৰ প্ৰবাহৰ বিপৰীত। আমি জানো যে বাহ্যিক বেটাৰিৰ ধনাত্মক প্ৰান্তলৈ ইলেকট্ৰনবোৰ আকৰ্ষিত হয়।

চিত্ৰ 3.9 : (ক) এটা দাতা অপদ্ৰব্য পৰমাণুৰ এটা অতিৰিক্ত ইলেকট্ৰন থাকে, (খ) এটা গ্ৰহীতা পৰমাণুৱে একোটা হ'লৰ সৃষ্টি কৰে।

আনহাতে, হ'লবোৰে ইয়াৰ বিপৰীত দিশত গতি কৰে আৰু সেয়ে সেইবোৰ ঋণাত্মক প্ৰান্তলৈ আকৰ্ষিত হোৱা যেন লাগে। হ'লৰ ধাৰণাটো বুজাৰ আন এটা উপায় হ'ল ইয়াক ইলেকট্ৰনৰ দৰেই এটা কণিকা বুলি ভাবি লোৱাটো, যাৰ আধান ধনাত্মক। কিন্তু সদায় মনত ৰখা উচিত যে বাস্তৱ ক্ষেত্ৰত হ'লটো এটা কণিকা নহয়। তাপীয় শক্তিৰ ফলতে যোজক পটিত ইলেকট্ৰন হ'ল যুটীৰ সৃষ্টি হয়। ইলেকট্ৰনটোৱে ভৌতিকভাৱে পৰিবাহী পটিলৈ গতি কৰে, কিন্তু হ'লটো যোজক পটিতে থাকি যায়। দুয়োটা একে সময়তে সৃষ্টি হয়। বাহক যুটীৰ এই সৃষ্টি 'পুনৰ সংযোজন' (recombination)

প্ৰক্ৰিয়াৰ জৰিয়তে সিহঁতৰ বিলুপ্তি ঘটি সমতুল হৈ থাকে। ইলেকট্ৰন একোটা যোজক পটিলৈ আহি হ'ল একোটা পূৰ্ণ কৰে। এনে কৰোঁতে শক্তি নিৰ্গত হয় আৰু ক্ৰিষ্টেলটোৱে এই শক্তি শোষণ কৰি তাক তাপীয় শক্তিলৈ ৰূপান্তৰিত কৰে। এই অতুলনীয় পৰিঘটনা কেৱল অৰ্ধপৰিবাহীৰ ক্ষেত্ৰতহে ঘটে।

বিশুদ্ধ অৰ্ধপৰিবাহীক যদি এটা বৈদ্যুতিক বেটাৰিৰে সংযোগ কৰা হয়, তেন্তে পদাৰ্থবিধত সৃষ্টি হোৱা প্ৰতিটো ইলেকট্ৰন-হ'ল যুটীৰ বাবে বাহ্যিক বৰ্তনীত দুটা ইলেকট্ৰন প্ৰবাহিত হ'ব। এই পৰিঘটনাটোক 'আভ্যন্তৰীক' বা 'অন্তঃস্থ' পৰিবহন বুলি কোৱা হয় আৰু বিশুদ্ধ অৰ্ধপৰিবাহীবোৰক সাধাৰণতে অন্তঃস্থ অৰ্ধপৰিবাহী (intrinsic semiconductor) বুলি কোৱা হয়। এইটো আশা কৰাটো অতি স্বাভাৱিক যে ইয়াত বৈদ্যুতিক পৰিবাহিতা তাপজনিত সক্ৰিয়তা বঢ়াৰ লগে লগে, অৰ্থাৎ উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ লগে লগে বাঢ়ি যাব। আন কথাত, উষ্ণতা বৃদ্ধিৰ সৈতে এটা অন্তঃস্থ অৰ্ধপৰিবাহীৰ ৰোধ কমি যায়, আৰু এইটো ধাতুৰ ক্ষেত্ৰত ঘটা ঘটনাৰ ঠিক বিপৰীত। এইটো আটায়ে জনা কথা যে উষ্ণতা বৃদ্ধি কৰিলে ধাতুৰ ৰোধ ক্ষমতাও বৃদ্ধি পায়।

তৎসত্বেও, অন্তঃস্থ অৰ্ধপৰিবাহীৰ ৰোধ ইমানেই বেছি যে ইলেকট্ৰনিক্সত সিহঁতক সাৰ্থকভাৱে ব্যৱহাৰ কৰিব নোৱাৰি। এই ৰোধ হ্ৰাস কৰাৰ এটা উপায় হ'ল পৰ্যাবৃত্ত তালিকাৰ তৃতীয় আৰু পঞ্চম বৰ্গৰ মৌলক সিহঁতৰ সৈতে অপদ্ৰব্য হিচাপে যোগ

সাৰণী গ

পদাৰ্থৰ বৈদ্যুতিক শ্ৰেণীবিভাজন

শ্ৰেণীবিভাগ	ইলেকট্ৰন	উদাহৰণ
1. পৰিবাহী	মুক্তভাৱে বিচৰণশীল	সোণ তাম ৰূপ
2. অন্তৰক (পৰাবৈদ্যুতিক)	আবদ্ধ	কাঁচ প্লাষ্টিক
3. অৰ্ধপৰিবাহী		
(ক) অন্তঃস্থ	কিছুসংখ্যক থাকে	জাৰ্মেনিয়াম ছিলিকন তৃতীয়-চতুৰ্থ বৰ্গৰ মৌল
(খ) বহিঃস্থ	নিয়ন্ত্ৰিত সংখ্যক থাকে	N-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহী P-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহী

সাৰণী ঘ
বহিঃস্থ অৰ্ধপৰিবাহীৰ বৈশিষ্ট্য

	N-বিধৰ	P-বিধৰ
পৰিবহন	ইলেকট্ৰন	হ'ল
মেৰু ধৰ্ম	ঋণাত্মক	ধনাত্মক
অপদ্ৰব্যবিধ	দাতা	গ্ৰহীতা
ছিলিকনত ব্যৱহৃত অপদ্ৰব্য	আৰ্ছেনিক	ব'ৰন
	ফছফৰাছ	
	এণ্টিমণি	

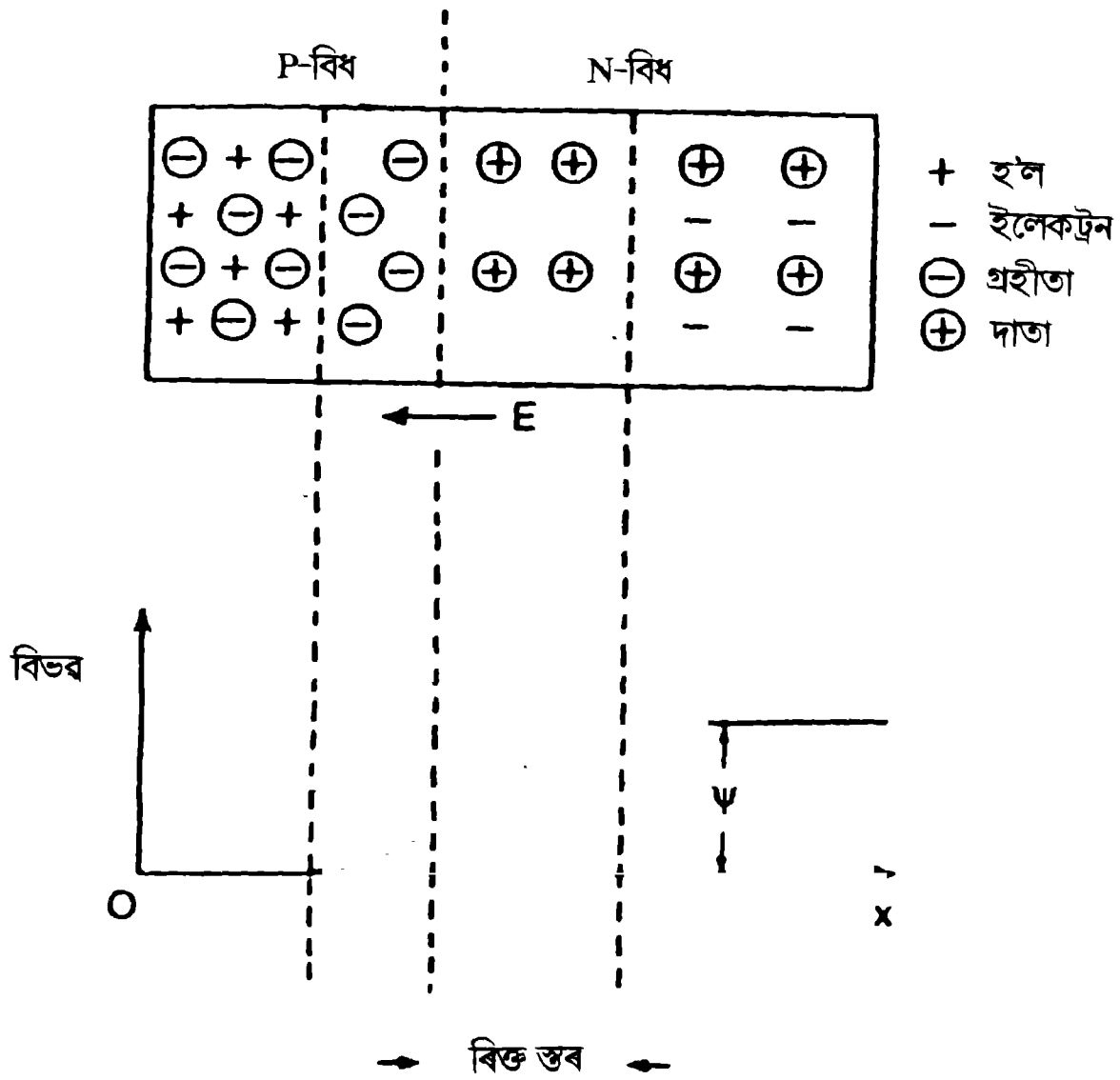
কৰাটো। জাৰ্মেনিয়াম আৰু ছিলিকনৰ পৰমাণুৰ সৈতে প্ৰায় একে আকাৰৰ পৰমাণু বিশিষ্ট মৌলকহে অপদ্ৰব্য হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই কথাটোৱে জালী চানেকীক আমনি নকৰাকৈ ক্ৰিষ্টেলৰ ভিতৰত ছিলিকনৰ পৰমাণুৰ পৰিৱৰ্তে সেই স্থান গ্ৰহণ কৰাত অপদ্ৰব্য পৰমাণুটোক সহায় কৰে। আকাৰবোৰ তুলনামূলকভাৱে একে হ'লে মূল ক্ৰিষ্টেল চানেকীৰ বিশেষ একো পৰিৱৰ্তন নঘটে। সাধাৰণতে ক্ৰিষ্টেলৰ প্ৰতি 10^7 টা পৰমাণুৰ বিপৰীতে এটা পৰমাণু অপদ্ৰব্য পৰমাণুৰ সলনি কৰা হয়। এনেকৈ আমি যি পদাৰ্থবিধ পাওঁ তাক 'বহিঃস্থ' (extrinsic) অৰ্ধপৰিবাহী বুলি কোৱা হয় আৰু অপদ্ৰব্য মিহলি কৰা প্ৰক্ৰিয়াটোক ড'পিং বা অশুদ্ধিযুক্তকৰণ বুলি কোৱা হয়।

অপদ্ৰব্য হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা পঞ্চম বৰ্গৰ মৌলবোৰ হ'ল আৰ্ছেনিক, এণ্টিমনি আৰু ফছফৰাছ। ইয়াৰ প্ৰত্যেকবিধৰে পাঁচোটাকৈ যোজক ইলেকট্ৰন থাকে, ছিলিকন পৰমাণুতকৈ এটা বেছি। ছিলিকন ক্ৰিষ্টেলত অপদ্ৰব্য পৰমাণুটো বহুৱাই দিলে ইয়াৰ পঞ্চম ইলেকট্ৰনটো মুক্ত হৈ থাকে। মাত্ৰ 0.05 ইভি শক্তি প্ৰয়োগ কৰি এই ইলেকট্ৰনটোক পৰিবাহী পটিলৈ লৈ যাব পাৰি। এনেদৰে প্ৰতিটো অপদ্ৰব্য পৰমাণুৱে পৰিবাহী পটিলৈ একোটাকৈ ইলেকট্ৰনৰ বৰঙণি আগবঢ়ায়। এই পৰিঘটনাটো অন্য এক ধৰণেও চাব পাৰি ঃ ধৰা প্ৰতিটো অপদ্ৰব্য পৰমাণুৱে পৰিবাহী পটিলৈ একোটাকৈ ইলেকট্ৰন 'দান' কৰিছে। পঞ্চম বৰ্গৰ মৌলবোৰক 'দাতা' (donor) বুলি আৰু অশুদ্ধ পদাৰ্থবিধক N-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহী বুলি কোৱা হয়। 'N' আখৰটোৱে ঋণাত্মকভাৱে আহিত ইলেকট্ৰনবোৰৰ কথা বুজায়, যিবোৰে ক্ৰিষ্টেলটোৰ মাজেৰে বিদ্যুৎ প্ৰবাহত অৰিহণা যোগায়। শক্তি চিত্ৰৰ পৰা এইটো স্পষ্টকৈ দেখা যায় যে দাতা পৰমাণুৰ বাবে কাৰ্যকৰী শক্তি অন্তৰালটো তেনেই কম। এইটো যিহেতু মাত্ৰ 0.05 ইভিহে, সেয়ে আশা কৰিব পাৰি যে আনকি সাধাৰণ উষ্ণতাতো সকলোবোৰ দাতা পৰমাণুৱে সিহঁতৰ অতিৰিক্ত ইলেকট্ৰনবোৰ পৰিবাহী পটিলৈ পঠিয়াই দিব পাৰে. তাত এই ইলেকট্ৰনবোৰে মুক্তভাৱে বিচৰণ কৰিব পাৰে আৰু সেইবাবে কোনো বিশেষ পৰমাণুৰে সৈতে সিহঁত

সংযুক্ত হৈ নাথাকে। যিহেতু প্ৰতিটো দাতা পৰমাণুৰ বাবে পৰিবাহী পটিত একোটাকৈ ইলেকট্ৰন থাকে, গতিকে দাতা অপদ্ৰব্যৰ গাঢ়তা বঢ়াৰ লগে লগে অৰ্ধপৰিবাহীবিধৰ পৰিবাহিতাও বাঢ়ি যায়। আয়নিত দাতা পৰমাণুবোৰ ক্ৰিষ্টেল জালীত স্থিৰ ধনাত্মক আধান হিচাপে থাকে। আমি পিছত দেখিমগৈ যে সন্ধিস্থল (junction) গঠন কৰাত এইবোৰে অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ ভূমিকা গ্ৰহণ কৰে।

তৃতীয় বৰ্গৰ মৌলবোৰ হ'ল ইণ্ডিয়াম, গেলিয়াম আৰু ব'ৰন। ইহঁতৰ মাত্ৰ তিনিটাকৈ যোজক ইলেকট্ৰন থাকে। ইহঁতক যেতিয়া জালী গঠনত অংশ ল'বলৈ দিয়া হয়, তেতিয়া সিহঁতৰ এটা সমযোজী বান্ধনি বিমুক্ত হৈ থাকি যায়। আন কথাত, প্ৰতিটো অপদ্ৰব্য পৰমাণুৰ বাবে একোটা ইলেকট্ৰনৰ অভাৱ থাকি যায়। এই খালী ঠাই সাধাৰণতে যোজক পটিৰে ইলেকট্ৰন এটাই পূৰণ কৰে, কিন্তু এনে কৰোঁতে ইলেকট্ৰনটোৱে যোজক পটিত এটা হ'লৰ সৃষ্টি কৰে। তৃতীয় বৰ্গৰ অপদ্ৰব্য পৰমাণুক 'গ্ৰহীতা' (acceptor) বুলি আৰু পদাৰ্থবিধক P-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহী বুলি কোৱা হয়। 'P' আখৰটোৱে ধনাত্মক আধান বা হ'লৈ বিদ্যুৎ পৰিবহন কৰাটো নিৰ্দেশ কৰে। প্ৰতিটো অপদ্ৰব্য পৰমাণুৱে যোজক পটিৰ ঠিক ওপৰতে থকা নিষিদ্ধ পটিত একোটা অনুমোদিত শক্তি স্তৰ সংযোজিত কৰে (চিত্ৰ 3.7)। সাধাৰণ উষ্ণতাত কাৰ্যতঃ সকলো পৰিগ্ৰাহক স্তৰেই যোজক পটিৰ ইলেকট্ৰনেৰে পৰিপূৰ্ণ হৈ থাকে। গতিকে যোজক পটিত হ'লৰ সংখ্যা গ্ৰহীতা অপদ্ৰব্য পৰমাণুৰ সংখ্যাৰ সমান। যোজক পটিত হ'লবোৰৰ কাৰ্যকৰী বিচৰণৰ জৰিয়তে বৈদ্যুতিক পৰিবাহিতা ঘটে। P-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহীৰ ৰোধ ক্ষমতা গ্ৰহীতা অপদ্ৰব্যৰ গাঢ়তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। গতিকে আমি এতিয়া এনেকুৱা এটা অৱস্থা পাওঁ য'ত নিয়ন্ত্ৰিত হাৰত অপদ্ৰব্য যোগ কৰি অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থৰ ৰোধ ঠিক-ঠাক কৰিব পাৰি।

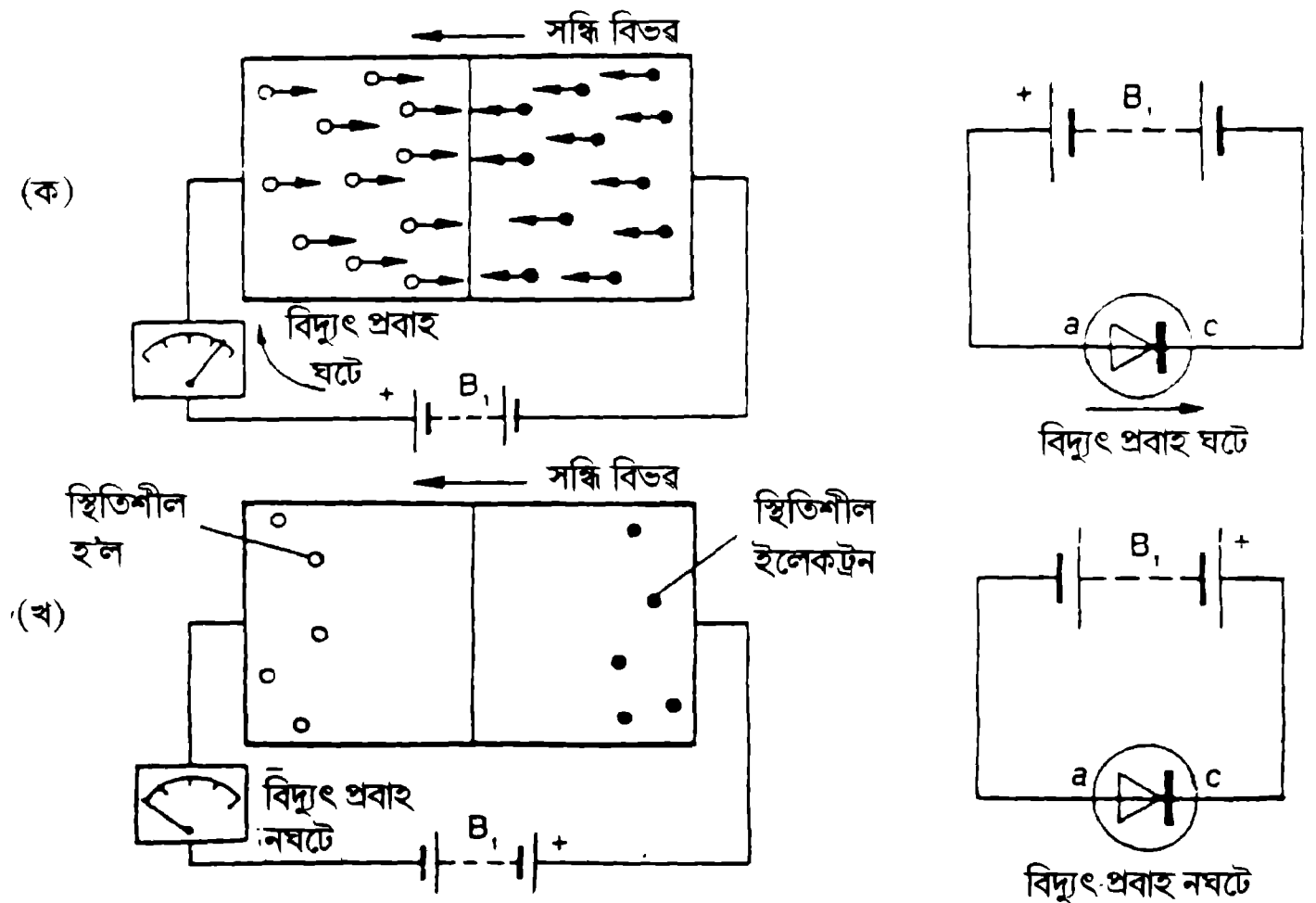
কিছুমান গাণিতিক ৰাশিৰ সহায় লৈ অৰ্ধপৰিবাহী ক্ৰিষ্টেলতনো কি ঘটে তাৰ এটা উমান আমি পাব পাৰোঁ। এটা বিশুদ্ধ ছিলিকন ক্ৰিষ্টেলৰ প্ৰতি ঘন মিটাৰত প্ৰায় 10^{29} টা পৰমাণু থাকে। অন্তঃস্থ অৰ্ধপৰিবাহীত সৃষ্টি হোৱা ইলেকট্ৰন-হ'ল যুটীৰ সংখ্যা সাধাৰণতে প্ৰতি ঘন মিটাৰত 10^{16} টা। এটা নিদৰ্শ N-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহীত দাতাৰ ঘনত্ব প্ৰতি ঘন মিটাৰত প্ৰায় 10^{22}। গতিকে এটা N-বিধৰ পদাৰ্থত যোজক পটিত থকা প্ৰতিটো হ'লৰ সাপেক্ষে পৰিবাহী পটিত 10^6 টা বা এক নিযুত ইলেকট্ৰন থাকে। N-বিধৰ পদাৰ্থত ইলেকট্ৰনক বিদ্যুতৰ 'মুখ্য' (majority) বাহক আৰু হ'লবোৰক 'সংখ্যালঘু' (minority) বাহক বুলি কোৱা হয়। সেইদৰে P-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহীত হ'লবোৰ মুখ্য বাহক আৰু ইলেকট্ৰনবোৰ সংখ্যালঘু বাহক।

এই দুবিধ অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থৰ এবিধক আনবিধৰ লগ লগাই দিলে আমি 'P-N সন্ধি' (P-N junction) পাওঁ। ইলেকট্ৰনিক্সত P-বিধৰ আৰু N-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহীৰ এনেকুৱা সংযোগ অতি জৰুৰী, কাৰণ ইয়াৰ ভিত্তিতে অৰ্ধপৰিবাহী ডায়'ড আৰু

চিত্ৰ 3.10 : ৰিক্ত স্তৰৰ গঠন।

ট্ৰেনজিষ্টৰকে আদি কৰি আহিলাবোৰ নিৰ্মাণ কৰা হয়। এই সন্ধিবোৰৰ এটা ধৰ্ম হ'ল এই যে ইহঁতে এটা দিশতহে বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হ'বলৈ দিয়ে, আনটো দিশত নিদিয়ে। এনেকুৱা আহিলাবোৰক সংদিশক ডায়'ড বুলি কোৱা হয়। একেটা ক্ৰিষ্টেলতে গ্ৰহীতাৰ পৰা দাতা অপদ্ৰব্যলৈ আকস্মিক পৰিৱৰ্তন ঘটিলে সন্ধি গঠিত হয়।

P-N সন্ধিত এটা অতি আকৰ্ষণীয় ঘটনা ঘটে। N-বিধৰ অঞ্চলৰ ইলেকট্ৰনবোৰ আৰু P-বিধৰ অঞ্চলৰ হ'লবোৰ যাদৃচ্ছিকভাৱে নিৰৱচ্ছিন্ন গতিত থাকে, আৰু এই ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়াৰে সিহঁতে বিপৰীত অঞ্চললৈ গতি কৰে। N-বিধৰ পদাৰ্থৰ ইলেকট্ৰনবোৰে সন্ধি পাৰ হৈ গ'লে ধনাত্মক আয়নৰ অঞ্চল এটা এৰি থৈ যায়। একেদৰে, P-বিধৰ অঞ্চলৰ পৰা হ'লবোৰে সন্ধি পাৰ হৈ গ'লে ঋণাত্মক আয়নৰ অঞ্চল এটা এৰি থৈ যায়। সন্ধিৰ ওচৰৰ এই ধনাত্মক আৰু ঋণাত্মক আয়নৰ অঞ্চল দুটা স্থান সাপেক্ষে স্থিৰ আৰু সিহঁত লগলাগি এটা স্থিতিবৈদ্যুতিক বিভৱ বোধৰ সৃষ্টি কৰে। এই ৰোধে ইলেকট্ৰন আৰু হ'লক নতুনকৈ সন্ধিস্থল পাৰ হোৱাত বাধা প্ৰদান কৰে। ইয়াৰ ফলত এনে এটা সংকীৰ্ণ অঞ্চলৰ সৃষ্টি হয় য'ত কোনো মুক্ত ইলেকট্ৰন বা হ'ল নাথাকে।

এই সংকীৰ্ণ অঞ্চলটো ইলেকট্ৰন আৰু হ'ল শূন্য আৰু সেয়ে ইয়াক 'ৰিক্ত' (depleted) অঞ্চল বুলি কোৱা হয়। সাধাৰণতে ইয়াৰ বিস্তৃতি এক মাইক্ৰনমান (এক মাইক্ৰন মানে এক মিটাৰৰ এক নিযুত ভাগৰ এভাগ)। ৰিক্ত স্তৰৰ সৃষ্টি সন্ধিস্থলৰ এটা আভ্যন্তৰীণ ধৰ্ম। ক্ৰিষ্টেলটোত এটা বাহ্যিক বেটাৰি সংযোগ কৰিলে ই সন্ধিস্থলৰ এই বিভৱ ৰোধৰ ওপৰত প্ৰভাৱ পেলায়। বাহ্যিক বেটাৰিৰ মেৰু ধৰ্মৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি আভ্যন্তৰীণ বিভৱ ৰোধটোৰ বঢ়া-টুটা ঘটাব পাৰি।

ধৰা হওক, বাহ্যিক বেটাৰিয়ে P-বিধৰ অঞ্চলক N-বিধৰ তুলনাত অধিক ধনাত্মক কৰি তোলে; তেতিয়া ইয়াৰ ফলস্বৰূপে আভ্যন্তৰীণ বিভৱ ৰোধটো কমি যায় আৰু N-অঞ্চলৰ পৰা অধিক ইলেকট্ৰন আৰু P-অঞ্চলৰ পৰা অধিক হ'লৰ ব্যাপন ঘটে আৰু ব্যাপন প্ৰবাহ বাঢ়ি যায়। আন কথাত ক'বলৈ গ'লে, ৰিক্ত স্তৰৰ হ্ৰাস পায়। ছিলিকন P-N সন্ধিৰ ক্ষেত্ৰত যদি প্ৰয়োগ কৰা বাহ্যিক বিভৱ 0.5 ভল্টৰ কম হয় তেন্তে P-বিধৰ পৰা N-বিধৰ পদাৰ্থলৈ সন্ধিৰ মাজেৰে কোনো বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত নহয়। বিভৱ 0.6 ভল্টতকৈ বেছি হোৱাৰ লগে লগে ৰিক্ত অঞ্চলটো উদাসীন হৈ পৰে আৰু বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হ'বলৈ আৰম্ভ কৰে। এইটোক P-N সন্ধিৰ অগ্ৰৱৰ্তী অভিনতিকৰণ (forward biasing) বুলি কোৱা হয়।

চিত্ৰ 3.11 : (ক) এটা অগ্ৰৱৰ্তী অভিনতি-যুক্ত p-n সন্ধি, (খ) এটা বিপৰ্যস্ত অভিনতি-যুক্ত সন্ধি।

যদি বাহ্যিক বেটাৰিৰ মেৰু ধৰ্ম ওলোটা কৰি N-বিধৰ অঞ্চলক ধনাত্মক আৰু P-বিধৰ অঞ্চলক ঋণাত্মক কৰা হয়, তেন্তে আভ্যন্তৰীণ বিভৱ ৰোধ বাঢ়ি যাব। ই N-ঞ্চললৈ হ'লৰ আৰু P-অঞ্চললৈ ইলেকট্ৰনৰ ব্যাপনত বেছিকৈ বাধা প্ৰদান কৰিব। ৰিক্ত অঞ্চলটোৰ বিস্তৃতি বাঢ়ি যায় আৰু এই বিপৰ্যস্ত অভিনতিৰ (reverse biasing) P-N সন্ধিৰে কোনো বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত নহয়। এনেকুৱা অৱস্থাত কেৱল সংখ্যালঘু আধান বাহকৰ জৰিয়তেহে বিদ্যুৎ প্ৰবাহ ঘটে। কিন্তু, অগ্ৰৱৰ্তী অভিনতিৰ বিদ্যুতৰ তুলনাত ই অতি নগণ্য। গতিকে P-N সন্ধিয়ে কাৰ্যতঃ বিদ্যুৎ প্ৰবাহৰ একমুখী ভাল্‌ভ হিচাপে কাম কৰে।

4

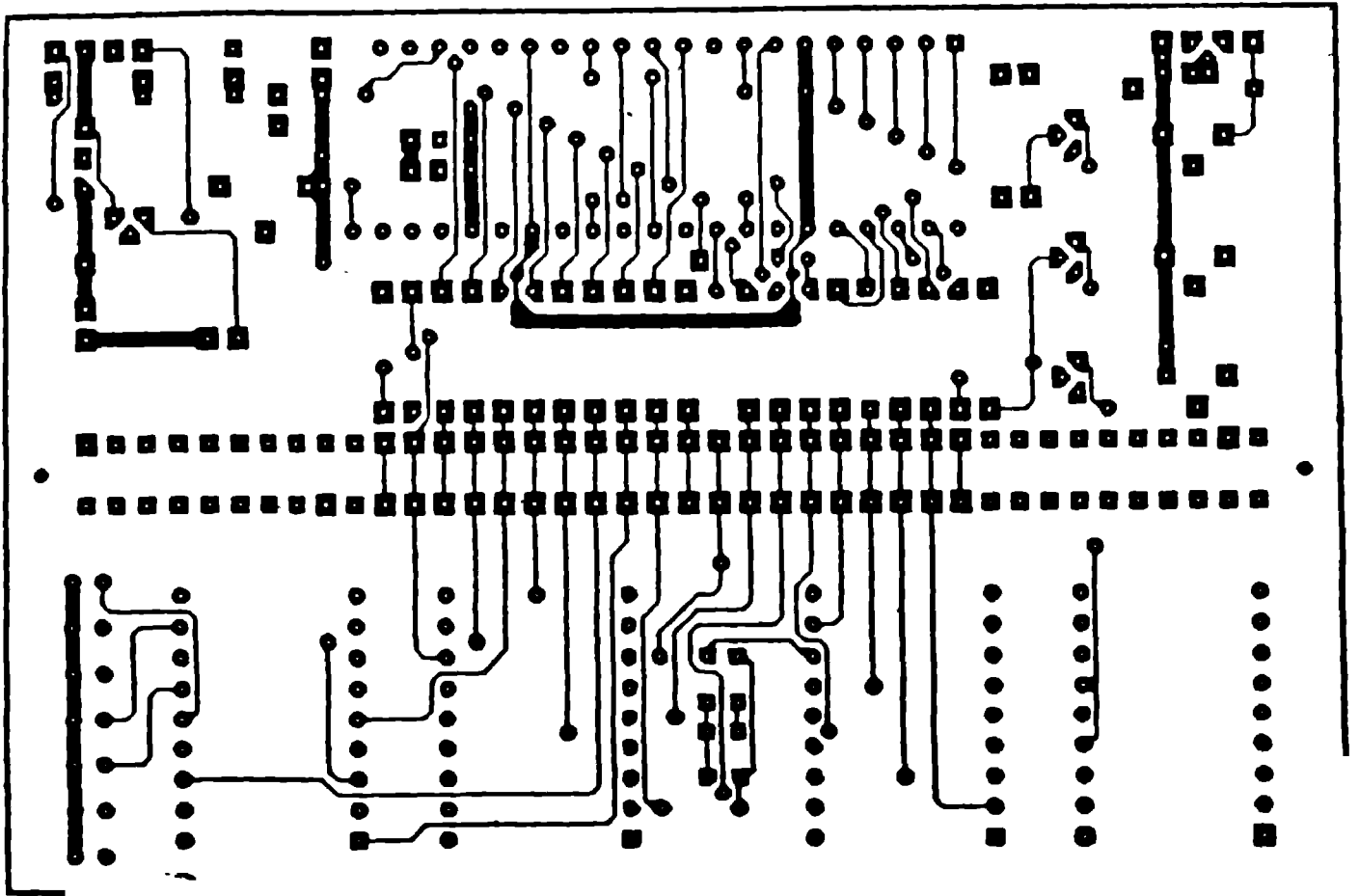
ক্ষুদ্ৰকৰণৰ অভিমুখে যাত্ৰা

ঊনৈশশ চল্লিশ বা 1950-ৰ দশকৰ ৰেডিঅ' এটা যদি আপুনি খুলি চায়, তেন্তে পৰস্পৰৰ সৈতে সংযোজিত অসংখ্য ধাৰক, ৰোধক আৰু নিৰ্বাত নলী দেখি আপুনি অবাক হৈ যাব। প্ৰথম দৃষ্টিত এইটোক অসংখ্য তাঁৰ আৰু উপাংশৰ এটা স্তুপীকৃত জঞ্জাল যেনহে লাগিব; কিন্তু মন কৰিবলগীয়া কথা যে এই ৰেডিঅ'বোৰে খুব ভালকৈ কাম কৰিছিল, আৰু তাতোকৈও ডাঙৰ কথা, সিহঁত আছিল বেছ শক্তিশালী আৰু অতিশয় বিশ্বস্ত। ঊনৈশশ ছয়চল্লিশ চনত নিৰ্মিত এনিয়াক নামৰ প্ৰথম ইলেকট্ৰনিক কম্পিউটাৰটোত 18,000-তকৈও অধিক ট্ৰায়'ড আছিল। এই আটাইবোৰ ট্ৰায়'ডে একেলগে কাম কৰাৰ ফলত গোটেই কোঠাটো উত্তপ্ত হৈ উঠিছিল, আৰু তাপমাত্ৰা সহ্যসীমা পাৰ হৈ গৈছিল। এইটো একো আচৰিত কথা নহয় যে এই উত্তপ্ত পৰিবেশে প্ৰায়েই অন্যান্য কিছুমান ইলেকট্ৰনিক উপাংশক বিকল কৰি পেলাইছিল, আৰু তাৰ ফলস্বৰূপে প্ৰতি সাত মিনিটৰ অন্তৰে অন্তৰে কম্পিউটাৰটো বন্ধ হৈ গৈছিল।

দ্বিতীয় বিশ্ব যুদ্ধ শেষ হোৱাৰ ঠিক পিছতে, সামৰিক বিশেষজ্ঞ সকলে সিদ্ধান্ত গ্ৰহণ কৰিলে যে ভৱিষ্যতৰ যুদ্ধাস্ত্ৰৰ ব্যৱস্থাত ইলেকট্ৰনিক নিয়ন্ত্ৰণ ব্যৱস্থাৰ গুৰুত্বপূৰ্ণ ভূমিকা থাকিব। কোৰিয়াৰ যুদ্ধৰ সূচনাৰ সময়তে উন্নত ৰেডাৰ ব্যৱস্থা, মিছাইলৰ কাৰণে দিক্-নিয়ন্ত্ৰণ ব্যৱস্থা, আৰু যোগাযোগ ব্যৱস্থা এক বিশাল ৰূপত পৰিকল্পনা কৰা হৈছিল। ইলেকট্ৰনিক ব্যৱস্থাৱলী বাঢ়ি অহাৰ লগে লগে প্ৰতিৰক্ষা বিজ্ঞানী আৰু অভিযন্তাসকলে সেইবোৰৰ বিশ্বস্ততা, মেৰামতিকৰণ, তত্ত্বাৱধান আদি দিশবোৰৰ বিষয়ে চিন্তা কৰিবলৈ ধৰিলে। পিছলৈ 'টিংকাৰটয়' প্ৰকল্প নামেৰে জনাজাত হোৱা এক আঁচনি তেওঁলোকে আৰম্ভ কৰিলে, ইয়াৰ উদ্দেশ্য আছিল ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীবোৰৰ ক্ষুদ্ৰাতিকৰণ কৰা আৰু সিহঁতক অধিকতৰ বিশ্বস্ত কৰি তোলা। সামৰিক বিভাগে নতুন প্ৰজন্মৰ আটাইবোৰ যুদ্ধাস্ত্ৰই ইলেকট্ৰনীয়ভাৱে নিয়ন্ত্ৰিত হোৱাটো বিচাৰিছিল। ক্ৰমান্বয়ে অত্যাধুনিক হৈ অহা যন্ত্ৰ-পাতিবোৰৰ পৰিচালনা উন্নত কৰিবৰ কাৰণে তেওঁলোকে এক

বৃহৎ পৰিমাণৰ অৰ্থ ব্যয় কৰিছিল। এই প্ৰকল্পটোৰ দুটা বিশেষ কথাই উপভোক্তা আৰু যন্ত্ৰীকৰণ ইলেকট্ৰনিক্সত গভীৰভাৱে প্ৰভাৱ পেলাইছিল; সেয়া হ'ল প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডৰ ব্যৱহাৰ আৰু ইলেকট্ৰনিক ব্যৱস্থাৰ মডিউলাৰ গাঁথনিৰ ধাৰণা। যন্ত্ৰ-পাতিবোৰৰ জঞ্জালময় তাঁৰ সংযোগ ব্যৱস্থাৰ পৰিৱৰ্তে প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডৰ নতুন তাঁৰ সংযোগ ব্যৱস্থা আছিল অতি নিকা আৰু পৰিপাটি।

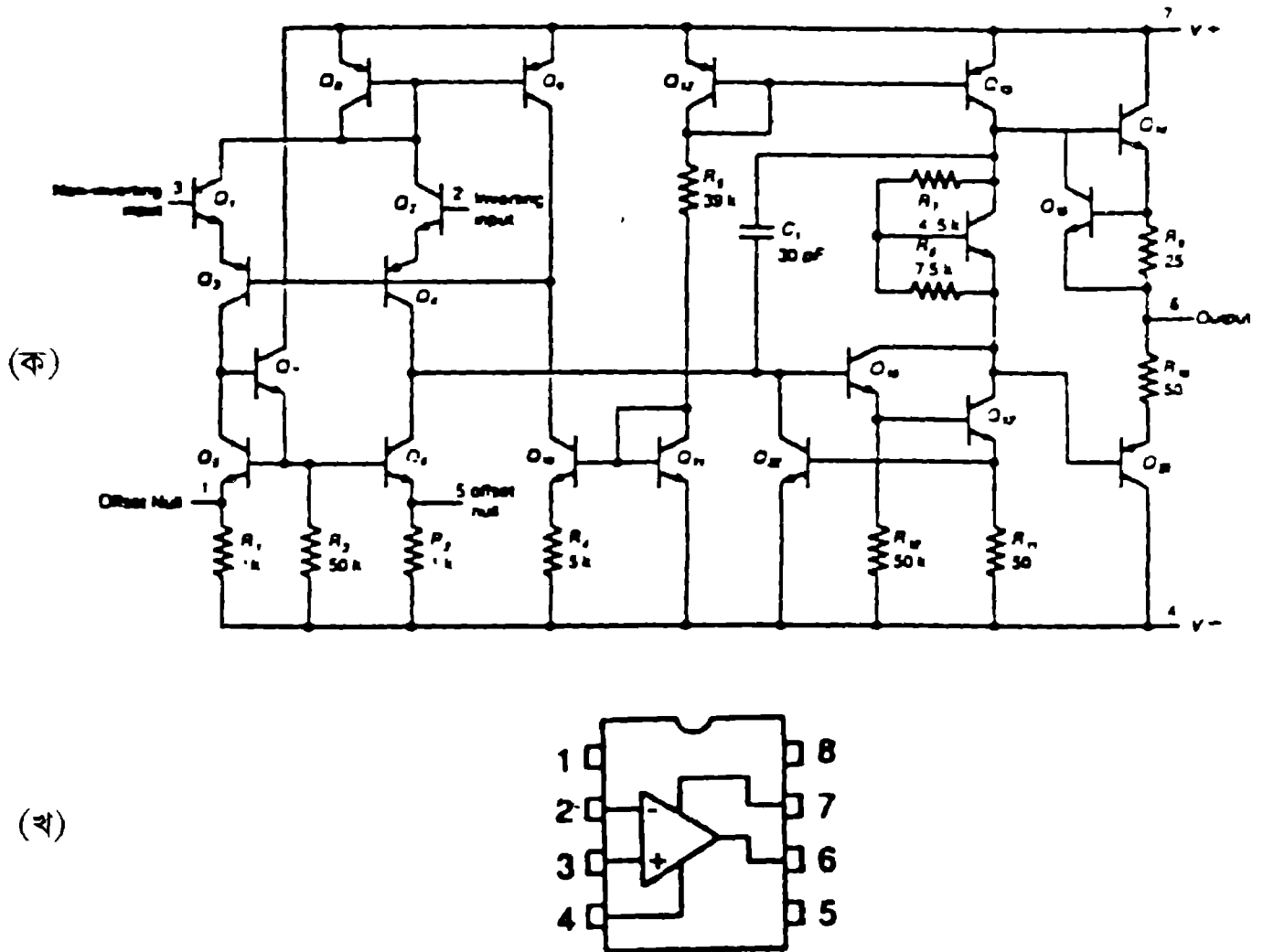
প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ড হ'ল এছিটা বেকেলাইট বা এপ'ক্সি কাঁচ, যাৰ এপিঠিত তামৰ পাতল তৰপ এটা দৃঢ়ভাৱে লগোৱা থাকে। এনেকুৱা পিচি বোৰ্ড তৈয়াৰ কৰিবলৈ প্ৰথমে, চানেকী অভিযন্তাসকলে উপাংশৰ লে'আউট আৰু বৰ্তনী সংযোগৰ বিষয়টো ঠিক কৰি লয়। এখন বগা কাগজত বা এছিটা প্লাষ্টিকত এই সংযোগবোৰৰ এটা নকল তৈয়াৰ কৰা হয়। বৰ্তনীৰ বিভিন্ন উপাংশ সংযোগ কৰা তাঁৰবোৰৰ সাপেক্ষে ডাঠ ৰেখা অংকণ কৰা হয়। উপাংশবোৰ সুবিধাজনকভাৱে সংযোগ কৰিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা ঠাইখিনিহে কেৱল এৰি দিয়া হয়। এই লে'আউট (যাক আৰ্টৱৰ্ক বুলি কোৱা হয়) চূড়ান্ত আৰু অনুমোদিত হোৱাৰ পিছত ইয়াৰ ফটোগ্ৰাফ লৈ এখন ফাইন গ্ৰেইন ফিল্মত তাৰ নিগেটিভ ইমে'জ তৈয়াৰ কৰা হয়।

বোৰ্ডৰ তামৰ তৰপ থকা পিঠিখনত ফটোৰেজিষ্ট নামৰ এবিধ ৰাসায়নিক সমভাৱে বিস্তাৰ কৰা হয়। ফটোৰেজিষ্ট এনে এবিধ ৰাসায়নিক য'ত অতিবেঙুনীয়া ৰশ্মিৰ প্ৰতি সংবেদী কিছুমান পলিমাৰ থাকে। এনেকুৱা ৰশ্মিত উন্মুক্ত কৰিলে ইহঁতে এনে

চিত্ৰ 4.1 : কম্পিউটাৰৰ সহায় লৈ চানেকী কৰা এটা প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট।

এক কঠিনতা লাভ কৰে যে সাধাৰণ ৰাসায়নিক ব্যৱহাৰ কৰি ইহঁতক এৰুৱাব নোৱাৰি। ফটোগ্ৰাফিক নিগেটিভটো বোৰ্ডৰ ওপৰত থৈ অতি বেঙুনীয়া ৰশ্মিত উন্মুক্ত কৰা হয়। ফটোৰেজিষ্টৰ যিখিনি অংশ উন্মুক্ত হয় সেইখিনি ৰাসায়নিকভাৱে কঠিন হৈ পৰে আৰু ডেভেলপাৰেৰে ধুলে সেইখিনি এৰাই নাযায়। কিন্তু উন্মুক্ত নোহোৱা অংশ সহজে এৰাই যায়। ইয়াৰ পিছত বোৰ্ডখন এবিধ শক্তিশালী ৰাসায়নিকত বুৰাই দিয়া হয় যিয়ে উন্মুক্ত হোৱা তামৰ চানেকীটো পৰিষ্কাৰ কৰি তোলে। এপক্সি বা বেকেলাইটৰ ভিত্তিটো এতিয়া দৃশ্যমান হৈ পৰে। এবিধ দ্ৰাৱক ব্যৱহাৰ কৰি ফটোৰেজিষ্টখিনি ধুই পেলোৱা হয়। এইদৰে বগা কাগজৰ মূল চানেকীটো বোৰ্ডখনলৈ স্থানান্তৰ কৰা হয়। বোৰ্ডৰ তামৰ ৰেখাবোৰে এতিয়া বিভিন্ন উপাংশবোৰৰ মাজত বৈদ্যুতিক সংযোগৰ কাম কৰে (তামৰ তাঁৰৰ পৰিৱৰ্তে)। উপাংশবোৰ বোৰ্ডখনৰ আনখন পিঠিত স্থাপন কৰা হয়; আৰু সৰু সৰু বিন্ধা কিছুমানৰ মাজেৰে সিহঁতক সংযোগ কৰা হয়। এই পদ্ধতিয়ে সংযোগ অধিক শৃংখলাৱদ্ধ আৰু নিৰ্ভুল কৰি তোলে। ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু সমন্বিত বৰ্তনী আৱিষ্কাৰৰ পিছত প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডৰ ব্যৱহাৰ বিশ্বজনীন হৈ পৰে।

'মডিউলাৰ' ব্যৱহাৰৰ কাৰণেও প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ড নিৰ্মাণ কৰিব পাৰি। উদাহৰণস্বৰূপে, টেলিভিছনৰ ৰেডিঅ' তৰংগ পৰিৱৰ্তন ব্যৱস্থা, বৰ্ণ বৰ্তনী, বিক্ষেপণ কুণ্ডলী, ধ্বনি পৰিৱৰ্ধন ব্যৱস্থা সুকীয়া সুকীয়া বোৰ্ডত নিৰ্মাণ কৰিব পাৰি। ইয়াৰ পোটপটীয়া সুবিধাটো হ'ল টেলিভিছনটো বেয়া হ'লে ত্ৰুটিটো কোন মডিউলত ঘটিছে সেইটো সহজে চিনাক্ত কৰিব পাৰি আৰু তৎক্ষণাৎ সেই মডিউলটো সলনি কৰিব পাৰি। ত্ৰুটিযুক্ত বোৰ্ডখন পিছত ৱৰ্কশ্বপত মেৰামতি কৰাবগৈ পাৰি।

কিছুদিনৰ ভিতৰতে দুই-পিঠীয়া প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডো সুলভ হৈ পৰিল। এই ক্ষেত্ৰত এপ'ক্সি বোৰ্ডৰ দুই পিঠিতে তামৰ তৰপ থাকে। এই ক্ষেত্ৰত দুই পিঠিৰ কাৰণে দুটা পৰিপূৰক চানেকী প্ৰস্তুত কৰিবলগীয়া হয়। ফটোগ্ৰাফিক নিগেটিভবোৰ প্ৰস্তুত কৰোঁতে দুইটা এক্সপোজাৰৰ সঠিক শ্ৰেণীবদ্ধতাৰ কাৰণে খুব যত্ন ল'বলগীয়া হয়। এনে দুই পিঠীয়া প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডত এফালৰ সংযোগ আনফাললৈ নিব পাৰি। বোৰ্ডৰ সঠিক স্থানত বিন্ধাৰ ব্যৱস্থা কৰি আৰু তাত তাম জমা কৰি এইটো কৰিব পাৰি। (এনে কৰাটোক 'প্লেটেড থ্ৰু হ'ল্‌চ্‌' বা পিটিএইছ্‌ বুলি কোৱা হয়।) টেলিভিছনত যেতিয়া প্ৰথমে এনেকুৱা বোৰ্ডৰ ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল, তেতিয়া সংযোগকাৰী ৰেখাবোৰৰ প্ৰস্থ আছিল প্ৰায় 3 মিলিমিটাৰ। বৰ্তমান কম্পিউটাৰত ব্যৱহৃত এনে বোৰ্ডৰ ৰেখাৰ প্ৰস্থ মাত্ৰ 0.2 মিলিমিটাৰ। ক্ষুদ্ৰাকৃতিৰ উপাংশ আৱিষ্কাৰৰ লগে লগে আয়তন সৰু কৰি আনিব পৰা হ'ল আৰু বোৰ্ডখনত অধিক সংখ্যক উপাংশ সংযোগ কৰিব পৰা হ'ল। আজিকালি অৱ... বিশেষ কম্পিউটাৰৰ দ্বাৰা প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডৰ চানেকী প্ৰস্তুত কৰা হয়।

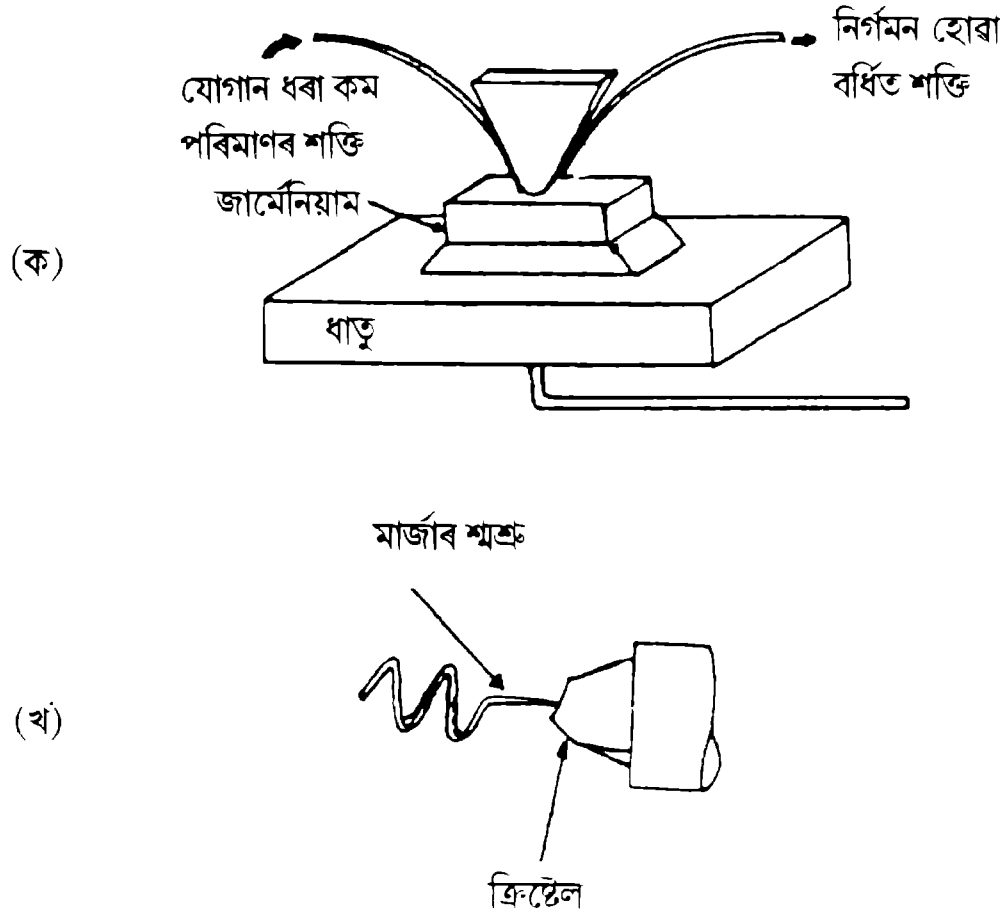
দুই বা ততোধিক (ছয়) পিঠিযুক্ত প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ড নিৰ্মাণ কৰাটো আজিকালি তেনেই সাধাৰণ কথা। এনে বোৰ্ডবোৰ নোহোৱা হ'লে কম্পিউটাৰৰ দৰে জটিল ইলেকট্ৰনিক ব্যৱস্থাৰ সকলোবোৰ অংশ একেলগ কৰাটো সম্ভৱ নহ'লহেঁতেন। এখন প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডত এক বৃহৎ সংখ্যক উপাংশ কেনেদৰে সংকুচিত আকাৰত সংযোগ কৰি ৰাখিব পাৰি প্ৰকৃষ্ট উদাহৰণ হ'ল পাৰ্ছনেল কম্পিউটাৰৰ মাদাৰ বোৰ্ড। প্ৰয়োজন হ'লেই অতিৰিক্ত মেম'ৰি সংযোগ কৰিব পৰাৰ ব্যৱস্থাটোৱে এই ধৰণৰ চানেকীৰ সুবিধাৰ কথাই প্ৰতীয়মান কৰে। মাদাৰ বোৰ্ডৰ খালী স্থানত নতুন মেম'ৰি বোৰ্ড সুমুৱাই দি সহজেই এই কামটো কৰিব পাৰি।

চিত্ৰ 4.2 : (ক) এটা সংক্ৰিয়াত্মক পৰিৱৰ্ধকৰ বৰ্তনী, (খ) আই চি হিচাপে ওপৰৰ বৰ্তনীটোৰ 'টপ ভিউ'।

বৰ্তনীৰ ঘনত্ব আৰু অধিক বঢ়োৱা সম্ভৱনে? এইটো কৰাৰ এটা উপায় হ'ল বহু পিঠীয়া পিচি বোৰ্ড ব্যৱহাৰ কৰাটো। আন এটা উপায় হ'ল যিমান বেছিকৈ পাৰি সিমান বেছি উপাংশ স্বয়ং ছিলিকন চিপতে সংযোগ কৰাটো। আধুনিক প্ৰযুক্তিবিদ্যাৰ সহায়ত এইটো কৰা সম্ভৱপৰ হৈছে। আমেৰিকা যুক্তৰাষ্ট্ৰৰ টেক্সাছ ইনষ্ট্ৰুমেণ্টছ নামৰ প্ৰতিষ্ঠানত জেক কিল্‌বিয়ে সমন্বিত বৰ্তনী (বা চিপ) আৱিষ্কাৰ কৰিছিল আৰু যুক্তৰাষ্ট্ৰৰে ফেয়াৰচাইল্ড কেমেৰা প্ৰতিষ্ঠানত ৰবাৰ্ট নয়ছে এই প্ৰযুক্তি নিখুঁত কৰি তুলিছিল। প্ৰাথমিক অৱস্থাত সমন্বিত বৰ্তনীৰ বিকাশ আৰু গৱেষণাৰ বাবে প্ৰয়োজনীয় সমৰ্থন

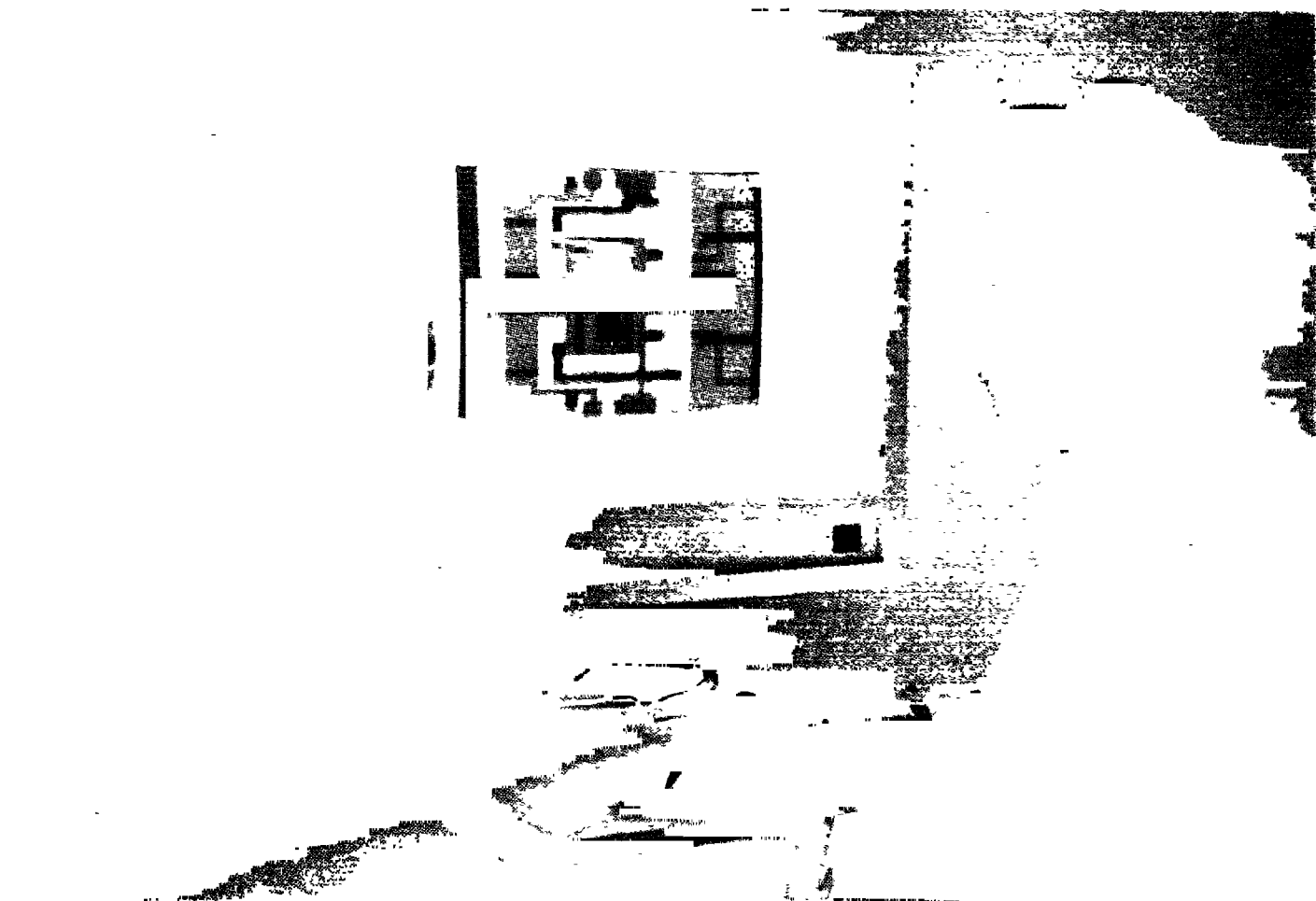
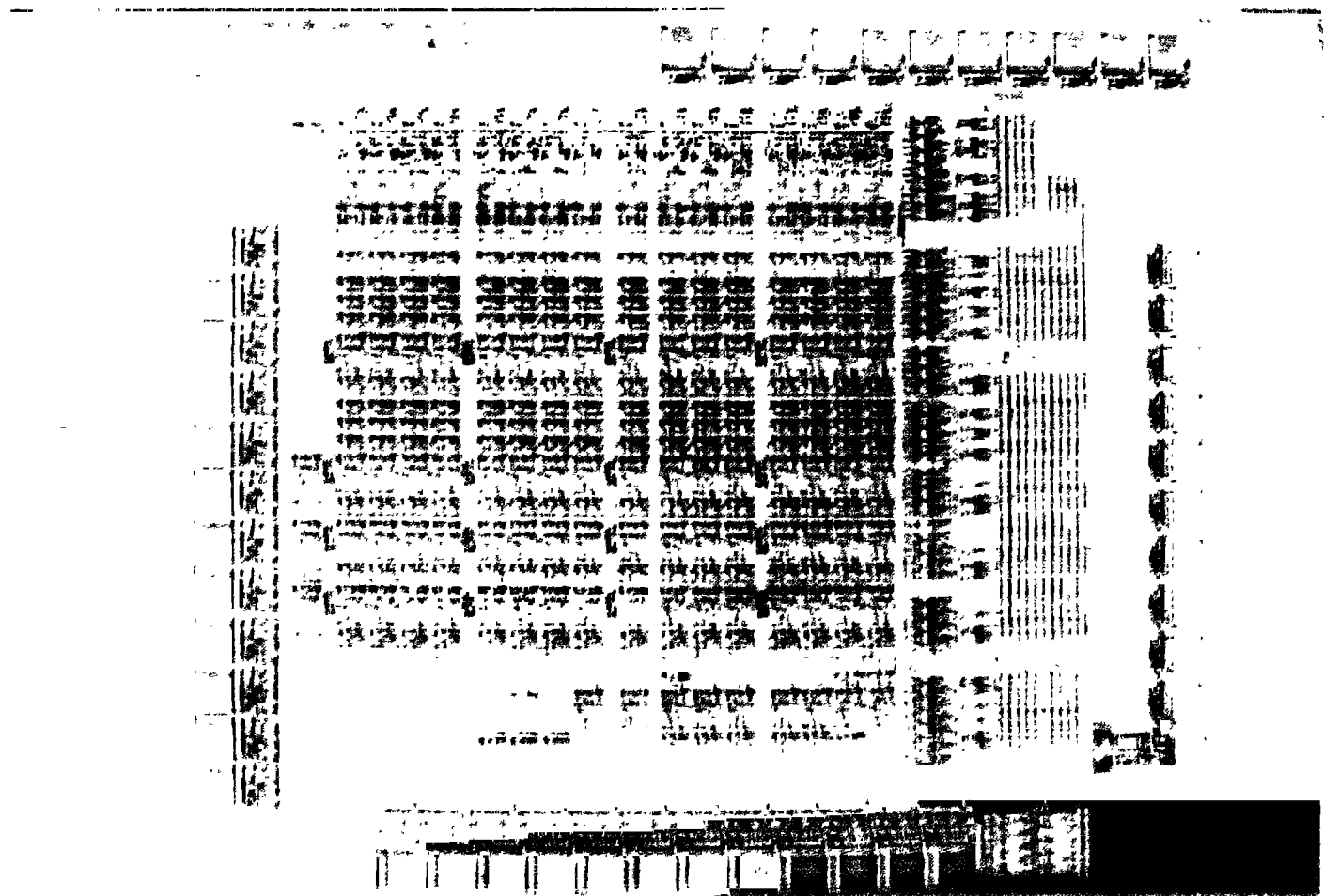
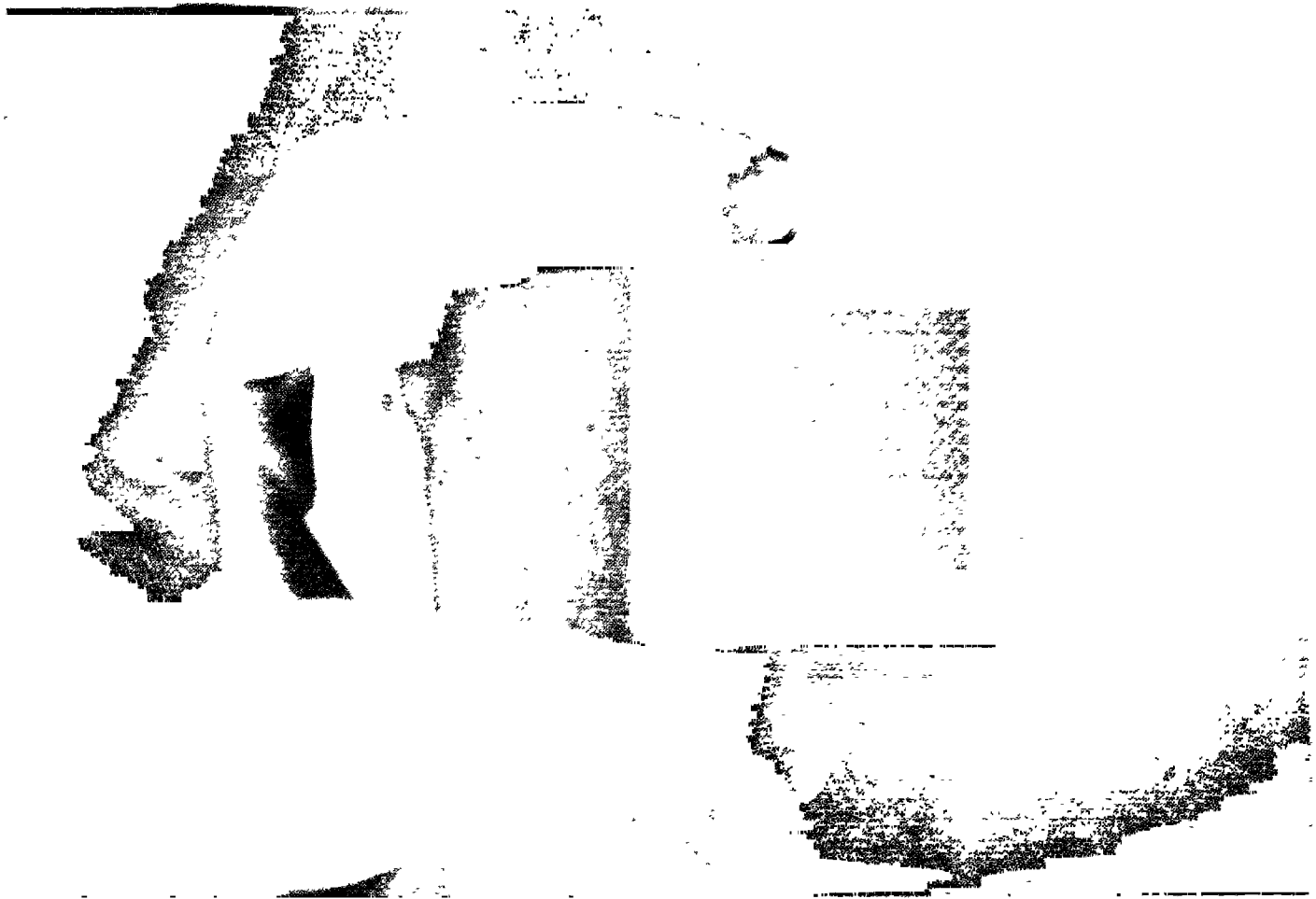
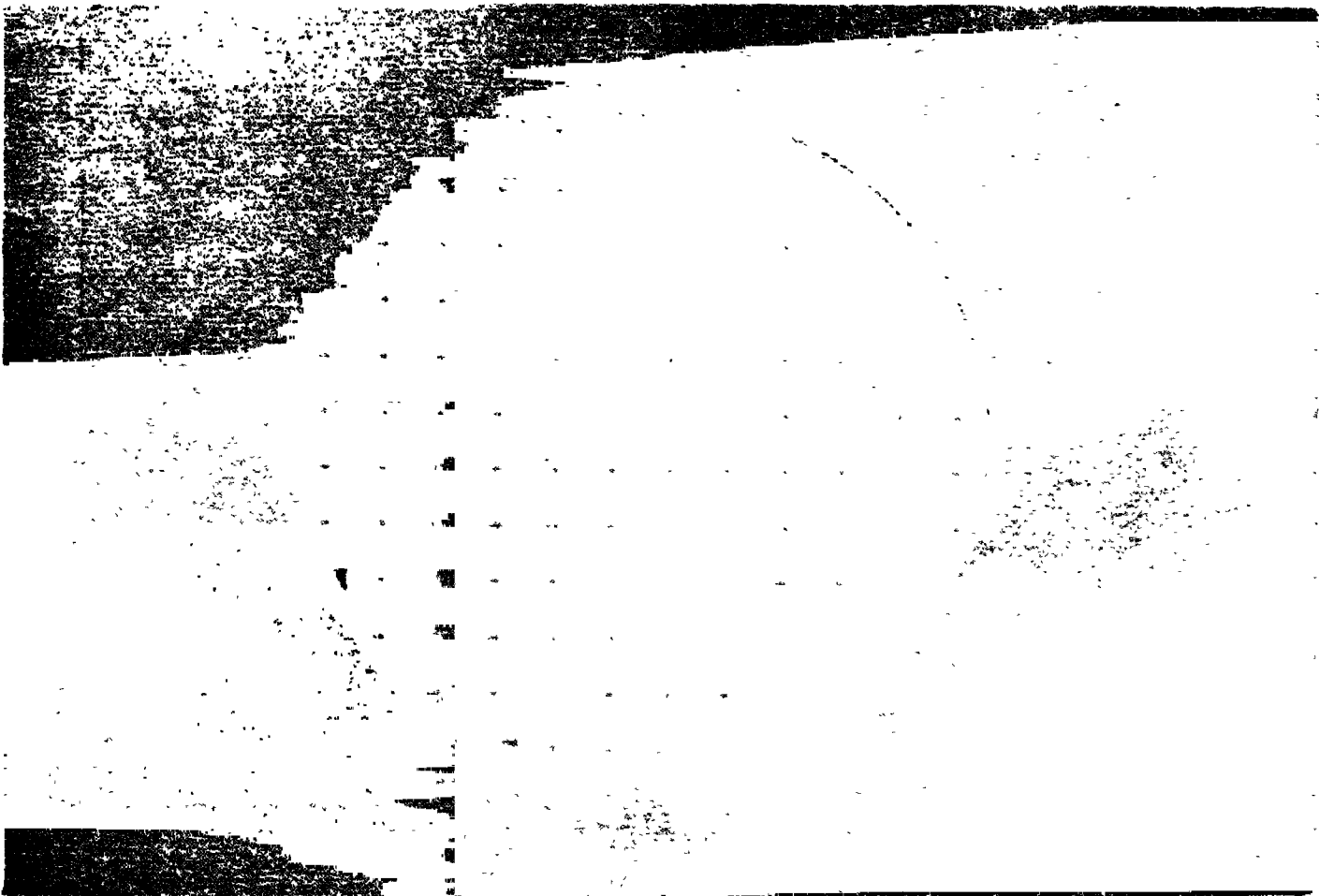
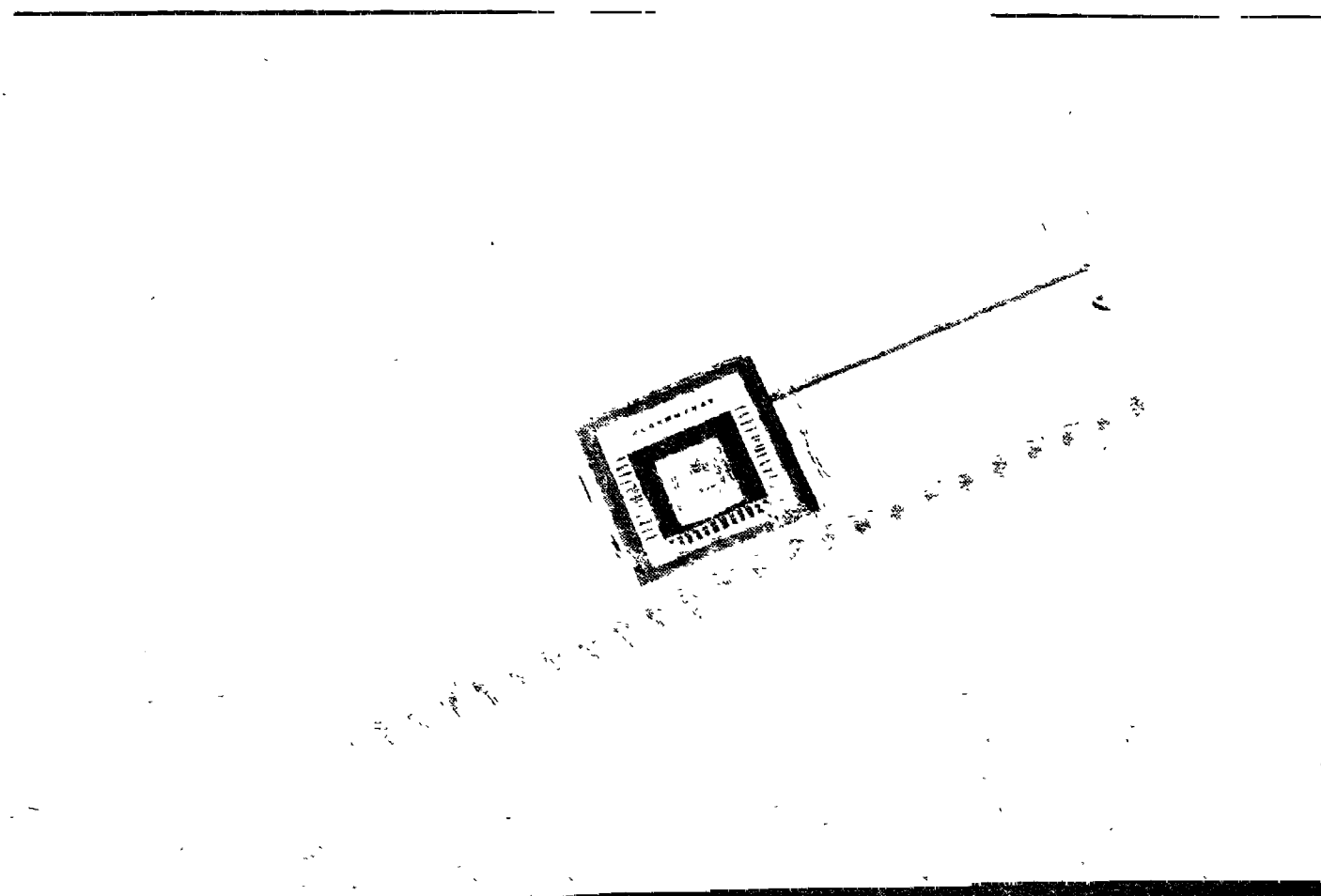
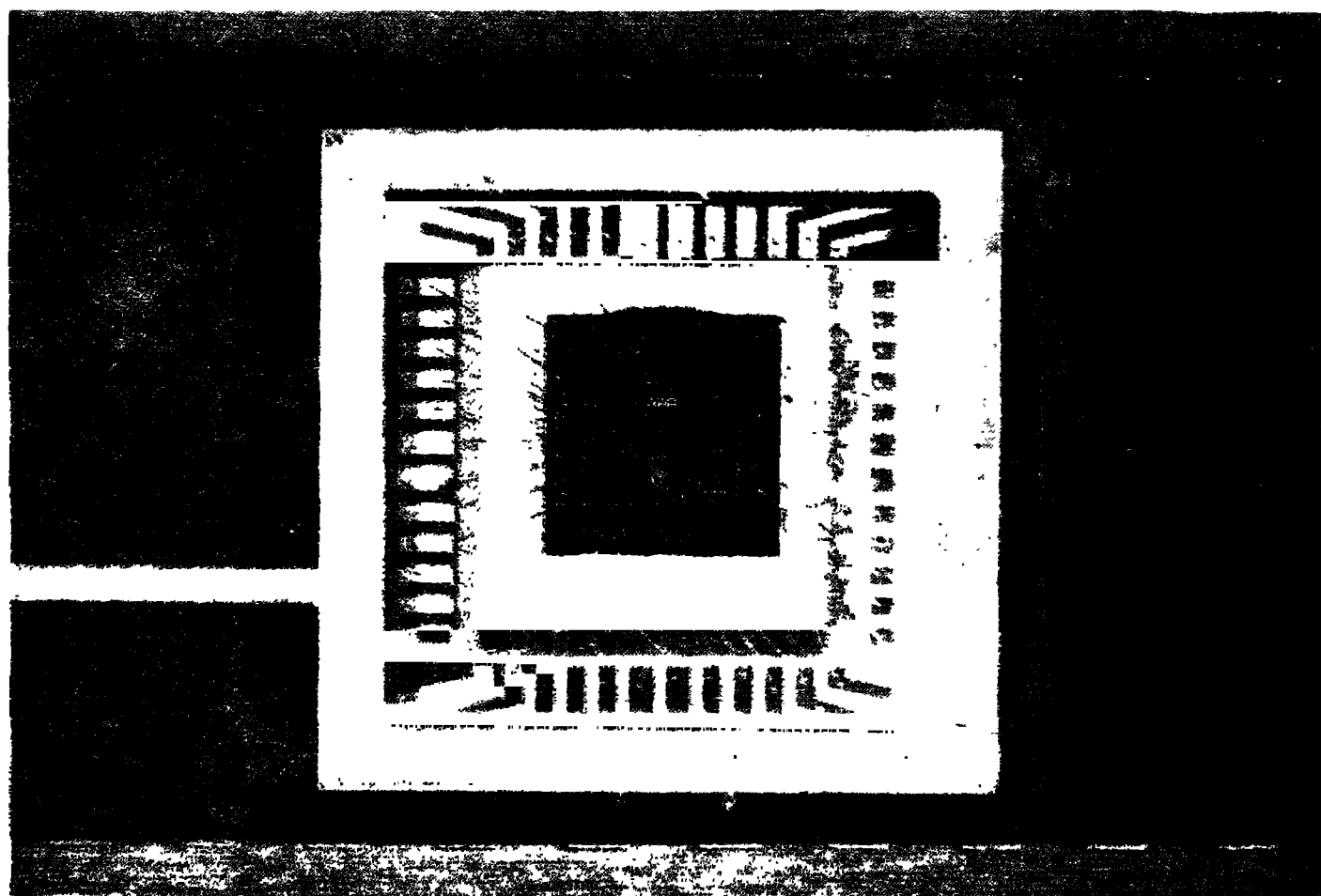
আৰু উৎসাহ আহিছিল আমেৰিকাৰ বিখ্যাত মহাকাশ অভিযানৰ আঁচনিৰ পৰা—যাৰ লক্ষ্য আছিল 1960-ৰ দশক শেষ হোৱাৰ আগতেই চন্দ্ৰ-পৃষ্ঠলৈ মানুহ পঠোৱাৰ। আমেৰিকাৰ মহাকাশযানৰ কম্পিউটাৰ আৰু দিক্ নিৰ্দেশ ব্যৱস্থাত পোন প্ৰথমবাৰৰ বাবে সমন্বিত বৰ্তনী ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল। আইচি প্ৰযুক্তি যেতিয়া অন্যান্য বাণিজ্যিক প্ৰতিষ্ঠানবোৰৰ কাৰণেও সহজলভ্য হৈ পৰিল, তেতিয়া আমাৰ জীৱনৰ বহুতো ক্ষেত্ৰত ইয়াৰ সুদূৰপ্ৰসাৰী প্ৰভাৱ পৰিল।

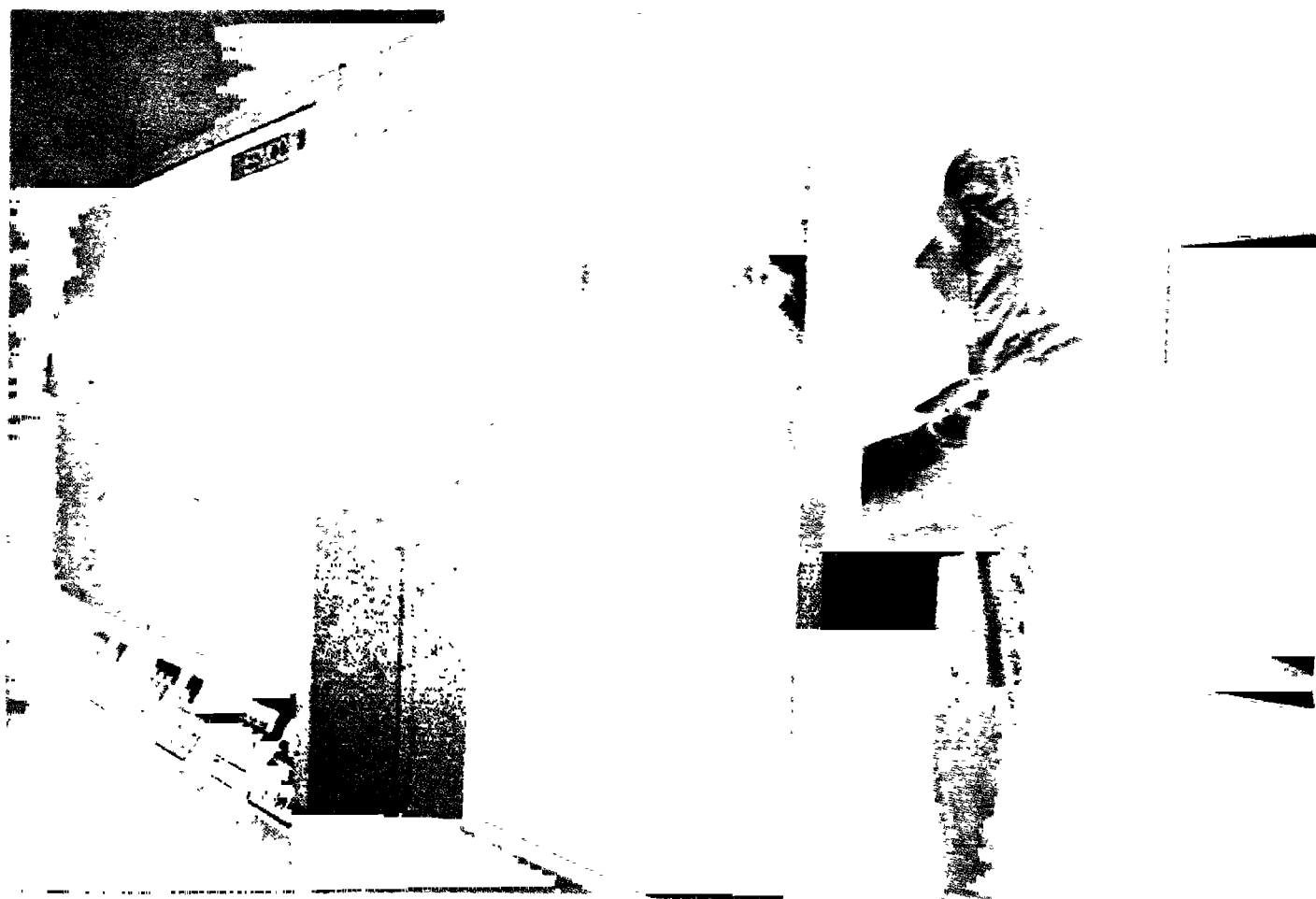
5

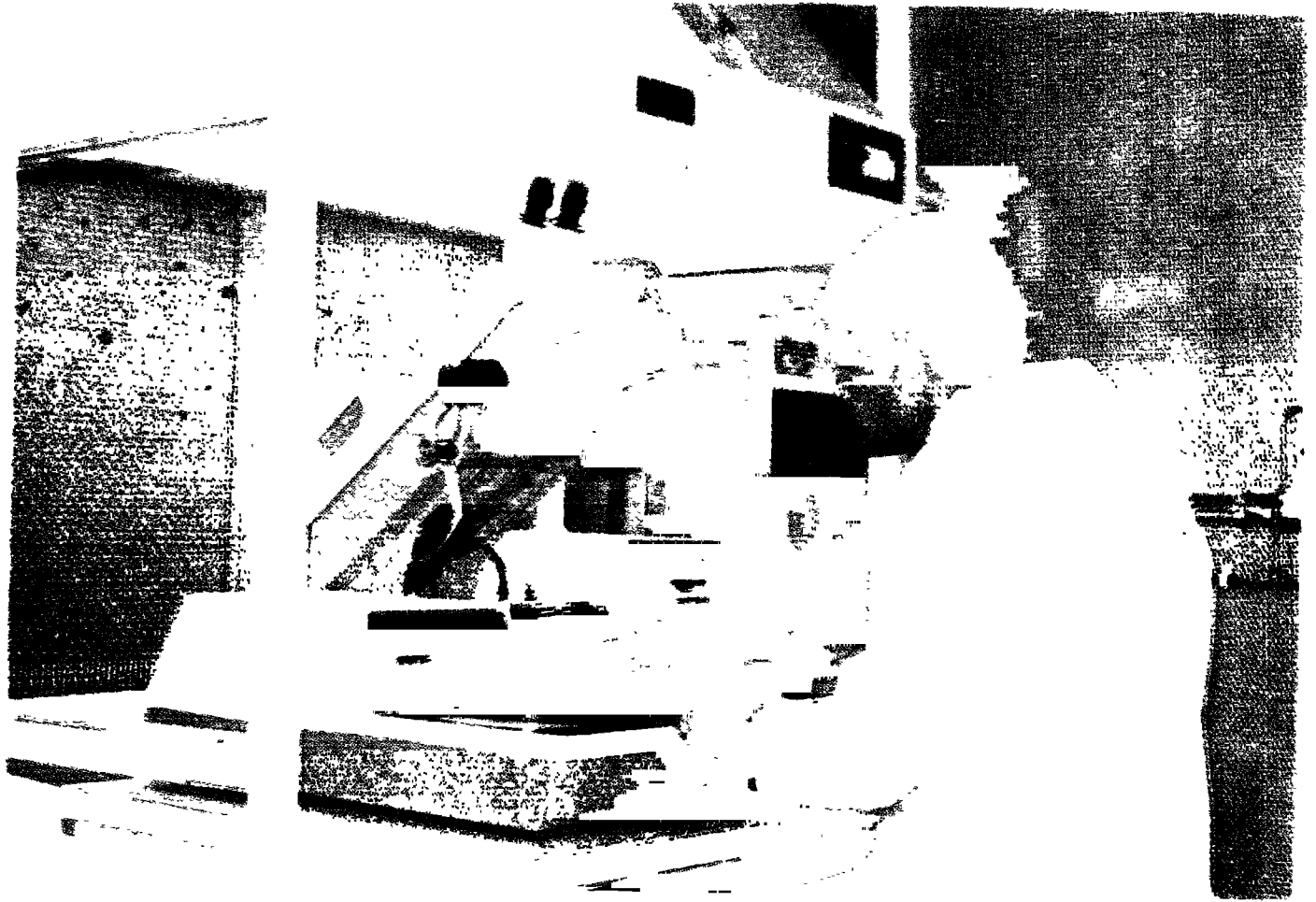
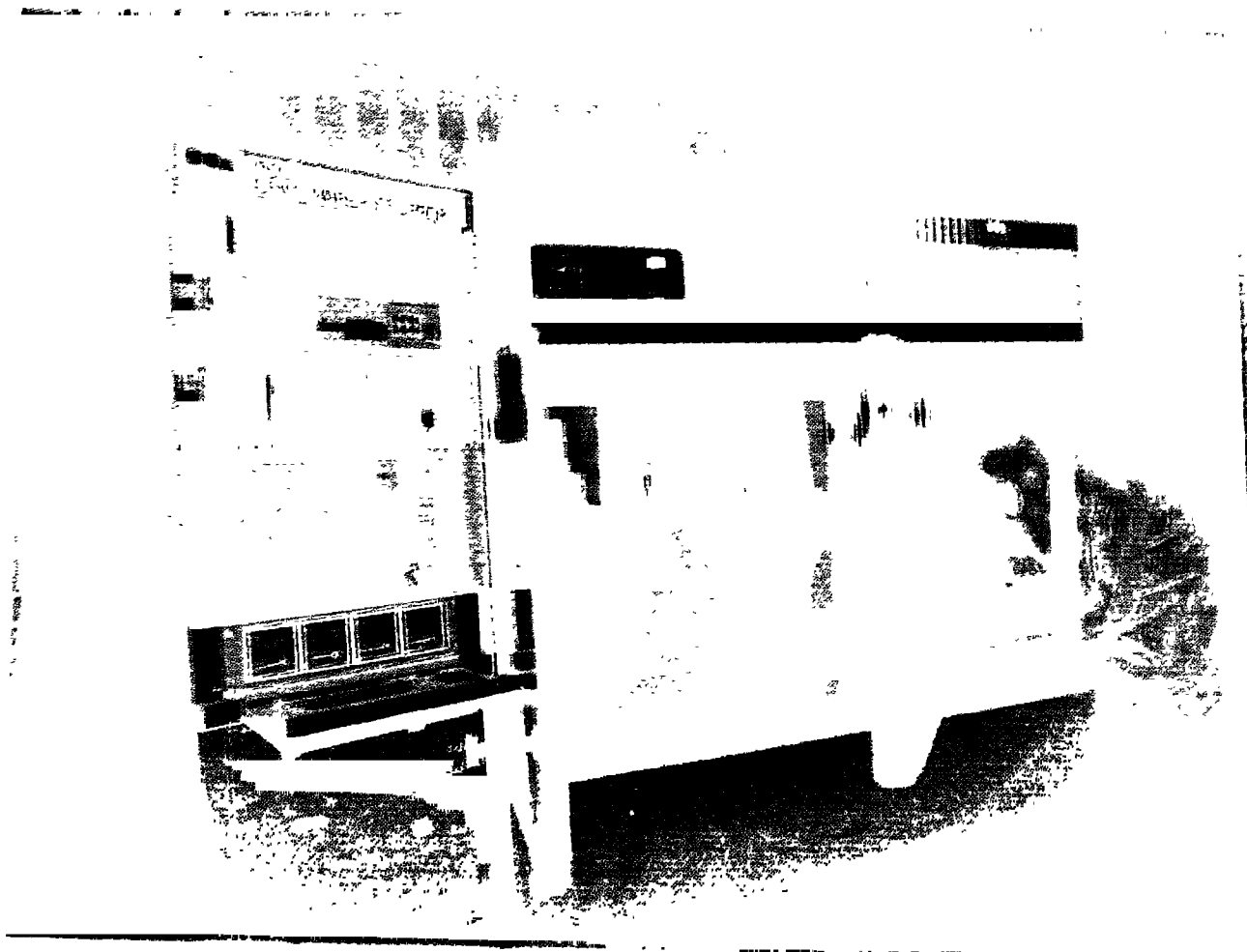
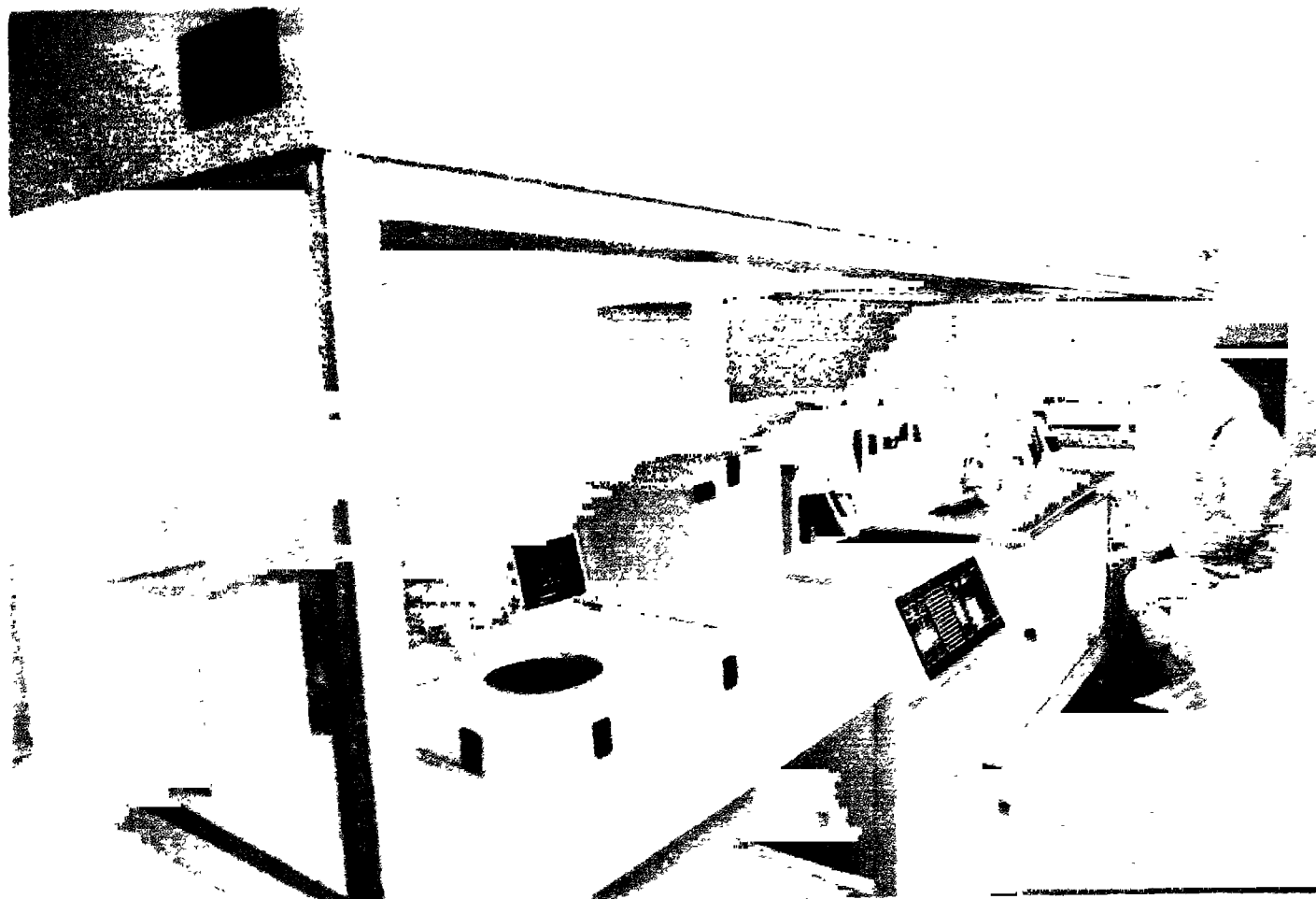
ট্ৰেনজিষ্টৰ

ঊনৈশশ সাতচল্লিশ চনৰ ডিচেম্বৰ মাহত উইলিয়াম শ্বক্‌লি আৰু তেওঁৰ দুগৰাকী সহযোগী বিজ্ঞানীয়ে এটা নতুন অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা প্ৰদৰ্শন কৰিছিল। ইয়াক ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীত ক্ষুদ্ৰ সংকেত পৰিবৰ্ধন কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি, ঠিক পৰম্পৰাগত ৰেডিঅ'ৰ ট্ৰায়'ডৰ দৰে। এই নতুন ইলেকট্ৰনিক উপাংশটোৰ বাবে নাম এটাৰ প্ৰয়োজন হৈছিল। বিজ্ঞানীৰ দলটোৱে এনে এটা নাম বিচাৰিছিল যাতে সেই নামটোৱে ক্ৰিষ্টেলটোৰ মাজেৰে বৈদ্যুতিক আধানৰ স্থানান্তৰ (transfer) ঘটাৰ ইংগিত বহন কৰে। তেওঁলোকে সৰ্বসন্মতিক্ৰমে এই নতুন আহিলাবিধৰ নাম ৰাখিলে ট্ৰেনজিষ্টৰ। মন কৰিবলগীয়া কথা

চিত্ৰ 5.1 : (ক) জাৰ্মেনিয়ামক অৰ্ধপৰিবাহী হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰা বিশ্বৰ প্ৰথমটো ট্ৰেনজিষ্টৰ. (খ) 'মাৰ্জাৰ শ্মশ্ৰু' ক্ৰিষ্টেল সংসূচকক প্ৰথমাৱস্থাৰ 'বেতাৰ' গ্ৰাহক-যন্ত্ৰত বহুলভাৱে ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল।

লেপটপ কম্পিউটাৰ এটাই মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ আৰু মেম'ৰি চিপ ব্যৱহাৰ কৰে।

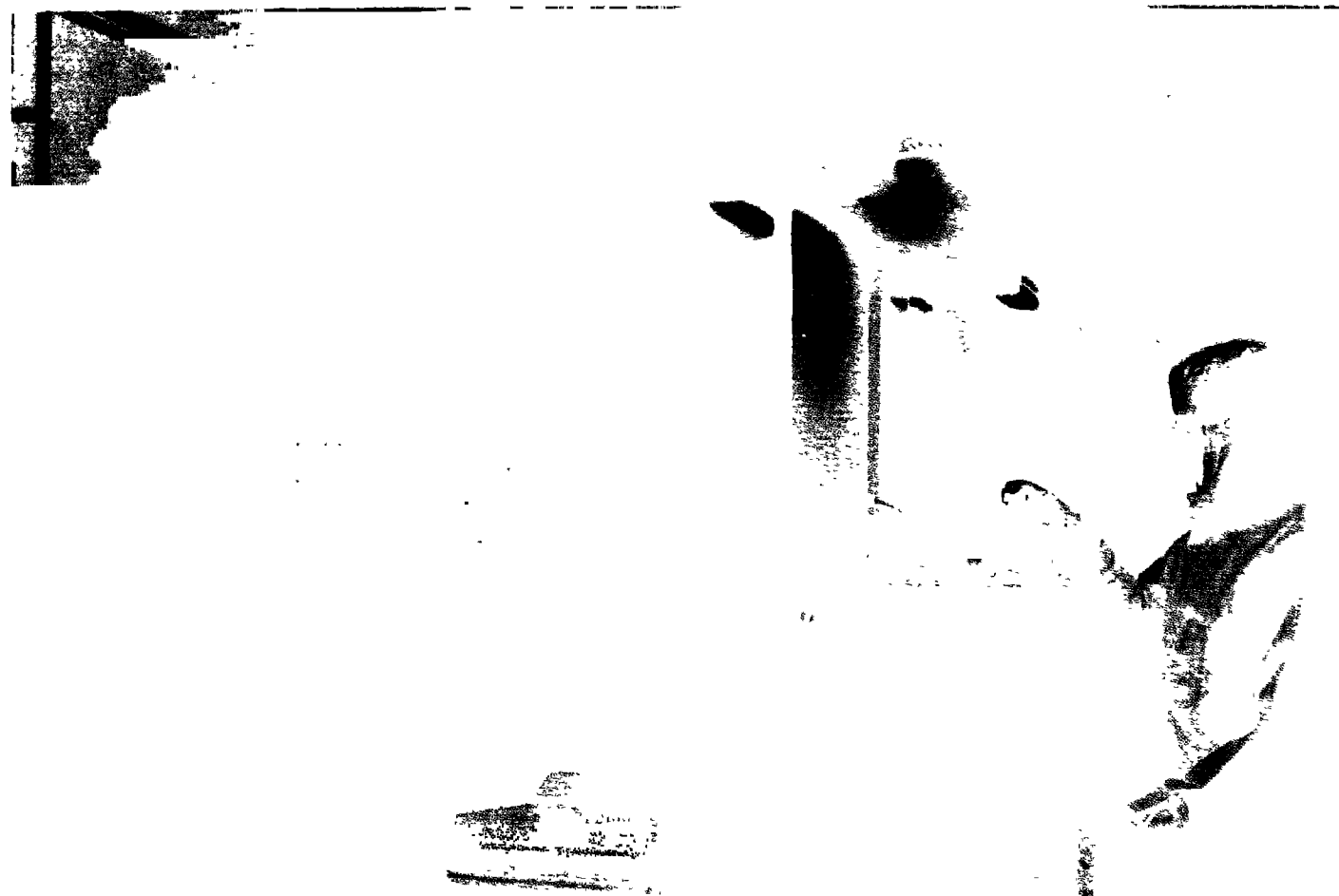
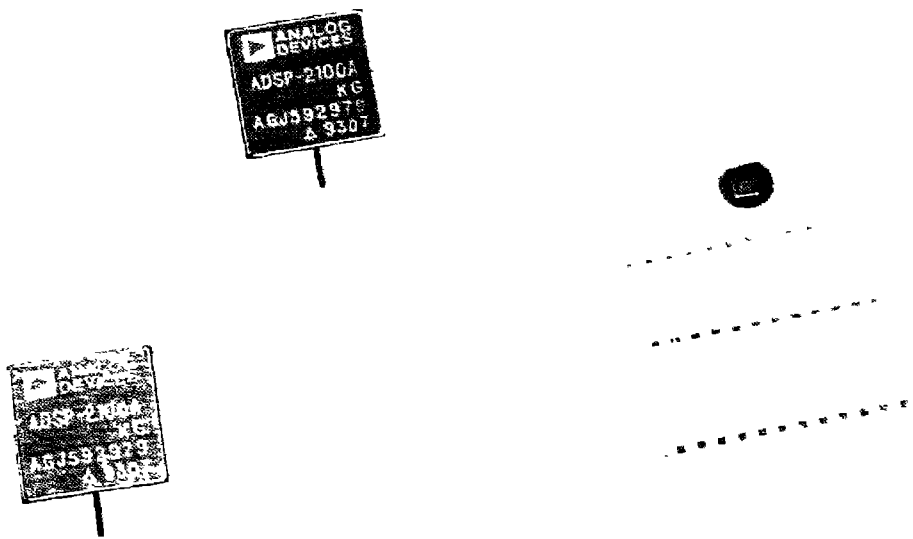
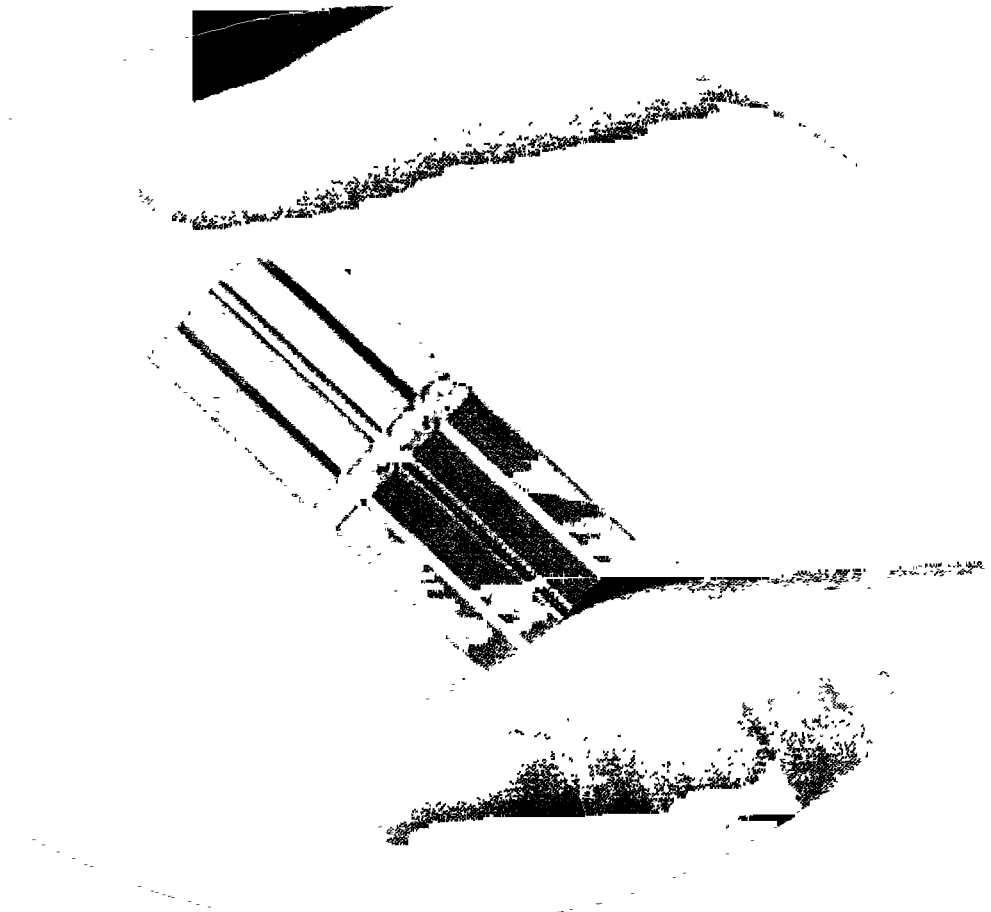
কম্পিউটাৰ এটাৰ অন্তভাগৰ ছবি ঃ প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ড।

এটা মাইক্ৰ'বৰ্তনীৰ চানেকীকৰণ।

এটা মাইক্ৰ'বৰ্তনীৰ কম্পিউটাৰ এইডেড ডিজাইন।

300 টা সমন্বিত বৰ্তনীৰ এটা ফটোগ্ৰাফিক মাস্ক।

প্ৰচ্ছেদ কৰা এটা ছিলিকন ৱে'ফাৰ।

এটা প্ৰয়োগ সাপেক্ষ সমন্বিত বৰ্তনী (এ এছ আই চি)।

এটা এ এছ আই চি-ৰ নিবিড় চিত্ৰ।

এটা অতিশয় পৰিশুদ্ধ কোঠাল

আই চি নিৰ্মাণত ব্যৱহৃত এটা ব্যাপন চুল্লী।

ফটোলিথোগ্ৰাফী।

ডিৰেক্ট ষ্টেপাৰ অন ৱে'ফাৰ (ডি এছ্ ডব্লিউ)—লিথোগ্ৰাফীৰ এটা উচ্চখাপৰ আহিলা।

এখন লেমিনাৰ ফ্লো বেঞ্চ।

এটা আয়ন প্ৰতিস্থাপকত ৰে'ফাৰ দিয়া হৈছে।

সমন্বিত বৰ্তনী।

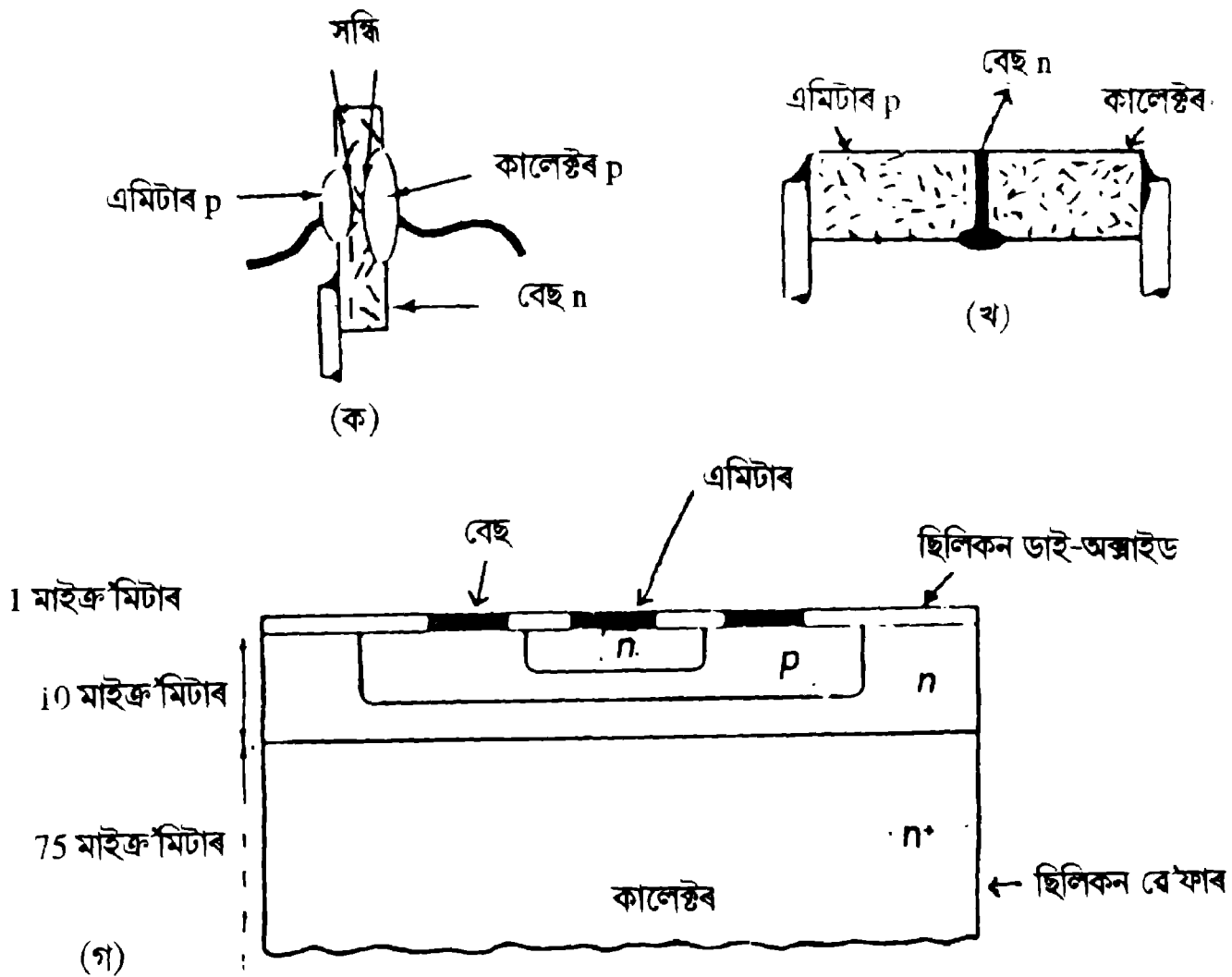
গতিশীল ৰেণ্ডম এক্সেছ মেমৰি (ড্ৰেম)।

যে বে'ল টেলিফোন লেবৰেটৰীয়ে এই আৱিষ্কাৰৰ কথাটো ছমাহতকৈও অধিক কাল অত্যন্ত গোপন কৰি ৰাখিছিল। এই আৱিষ্কাৰটো প্ৰতিৰক্ষা বিভাগে কেৱল নিজৰ এদনীয়া ব্যৱহাৰৰ কাৰণে ল'ব পাৰে বুলি ভাবি প্ৰথমে তেওঁলোকক এই বিষয়ে জনোৱা হৈছিল। যেতিয়া জনোৱা হ'ল যে ট্ৰেনজিষ্টৰক 'গোপনীয়' কৰি ৰখাৰ কোনো অভিপ্ৰায় প্ৰতিৰক্ষা বিভাগৰ নাই, তেতিয়া বিজ্ঞানী কেইজনে ডাঙৰ সকাহ পালে। ইয়াৰ পিছতহে, 1948 চনৰ 1 জুলাইৰ দিনাহে বিশ্ববাসীয়ে এই চমকপ্ৰদ আৱিষ্কাৰৰ কথা জানিব পাৰিলে। নিউ ইয়ৰ্কৰ এখন বাতৰি-কাকতত এইদৰে এটা সৰু বাতৰি প্ৰকাশ পাইছিল ঃ

> *'কালি বে'ল টেলিফোন লেবৰেটৰীত বিভিন্ন কাম-কাজত নিৰ্বাত নলীৰ পৰিৱৰ্তে ব্যৱহাৰ কৰিব পৰা ট্ৰেনজিষ্টৰ নামৰ এবিধ নতুন আহিলাৰ প্ৰদৰ্শন কৰা হয়—ট্ৰেনজিষ্টৰক বায়ুশূন্য কৰাৰ প্ৰয়োজন নাই, ইয়াত কোনো গ্ৰিড, প্লেট, বা বায়ুৰ পৰা ইয়াক ৰক্ষা কৰিবৰ বাবে কোনো কাঁচৰ আৱৰণ নাই। ই মুহূৰ্তৰ ভিতৰতে কাৰ্যক্ষম হৈ উঠে আৰু গা টঙাবলৈ সময় নালাগে। আহিলাটোৰ সক্ৰিয় উপাংশ হৈছে দুডাল মিহি তাঁৰ, যি দুডাল এটুকুৰা অৰ্ধপৰিবাহী ধাতুৰ সৈতে সংযোজিত, যাৰ আকাৰ বেজীৰ মূৰ এটাৰ সমান, আৰু ই ধাতুৰ ভিত্তি এটাৰ সৈতে সংযুক্ত।'*

শ্বক্‌লি আৰু তেওঁৰ দলে প্ৰদৰ্শন কৰা ট্ৰেনজিষ্টৰটোক ক্ৰিষ্টেল সংদিশকৰ (যাৰ জনপ্ৰিয় নাম cat's whisker বা 'মাৰ্জাৰ শ্মশ্ৰু') সম্প্ৰসাৰিত ৰূপ বুলি ক'ব পাৰি—যাক প্ৰথম অৱস্থাৰ মাৰ্কনিৰ বেতাৰ টেলিগ্ৰাফীত ৰেডিঅ' সংকেত চিনাক্ত কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল। ফাৰ্ডিনাণ্ড ব্ৰাউনে (1850-1918) 1874 চনত এই ক্ৰিষ্টেল সংদিশকবিধ (crystal detector) আৱিষ্কাৰ কৰিছিল। গেলেনা বা লেড্ ছালফাইডৰ এটা টুকুৰাত এডাল মিহি টাংষ্টেন তাঁৰ টানকৈ লগ লগাই ইয়াক প্ৰস্তুত কৰা হৈছিল। (সেই সময়ত এই কথাটো বিদিত নাছিল যে গেলেনা এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী।) তাঁৰডালৰ সংদিশক সংযোগটো কিমান ভাল হয় তাৰ ওপৰত ৰেডিঅ' সংকেত গ্ৰহণৰ গুণগত মান নিৰ্ভৰ কৰিছিল। 'সঠিক স্থান' বিচাৰি উলিওৱাটো বৈজ্ঞানিক গণনাৰ পৰিৱৰ্তে কাৰ্যকুশলতাৰ ওপৰতহে বেছিকৈ নিৰ্ভৰ কৰিছিল! ওঠৰশ আটচল্লিশ চনৰ ট্ৰেনজিষ্টৰটো আছিল এটুকুৰা জাৰ্মেনিয়াম ক্ৰিষ্টেল আৰু তাৰ সৈতে সংলগ্ন দুডাল মিহি তাঁৰ। এই ট্ৰেনজিষ্টৰটো পিছলৈ 'বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰ' হিচাপে জনাজাত হৈছিল।

যুদ্ধৰ সময়ছোৱাত পাৰ্ডিউ বিশ্ববিদ্যালয়ত অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা ৰূপে জাৰ্মেনিয়ামৰ বিজ্ঞান আৰু প্ৰযুক্তি সম্পৰ্কে বিস্তৃত গৱেষণা হৈছিল। এই বিশ্ববিদ্যালয়ত প্ৰস্তুত কৰা 'বিন্দু সংযোগ ডায়'ড' ৰেডাৰ সংকেত চিনাক্ত কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল। এই বিশ্ববিদ্যালয়ে উচ্চ বিশুদ্ধতাসম্পন্ন বৃহৎ আকাৰৰ জাৰ্মেনিয়াম ক্ৰিষ্টেল প্ৰস্তুত কৰা প্ৰযুক্তি উদ্ভাৱন কৰিছিল। গতিকে শ্বক্‌লি আৰু তেওঁৰ সহযোগীসকলে জাৰ্মেনিয়ামৰ

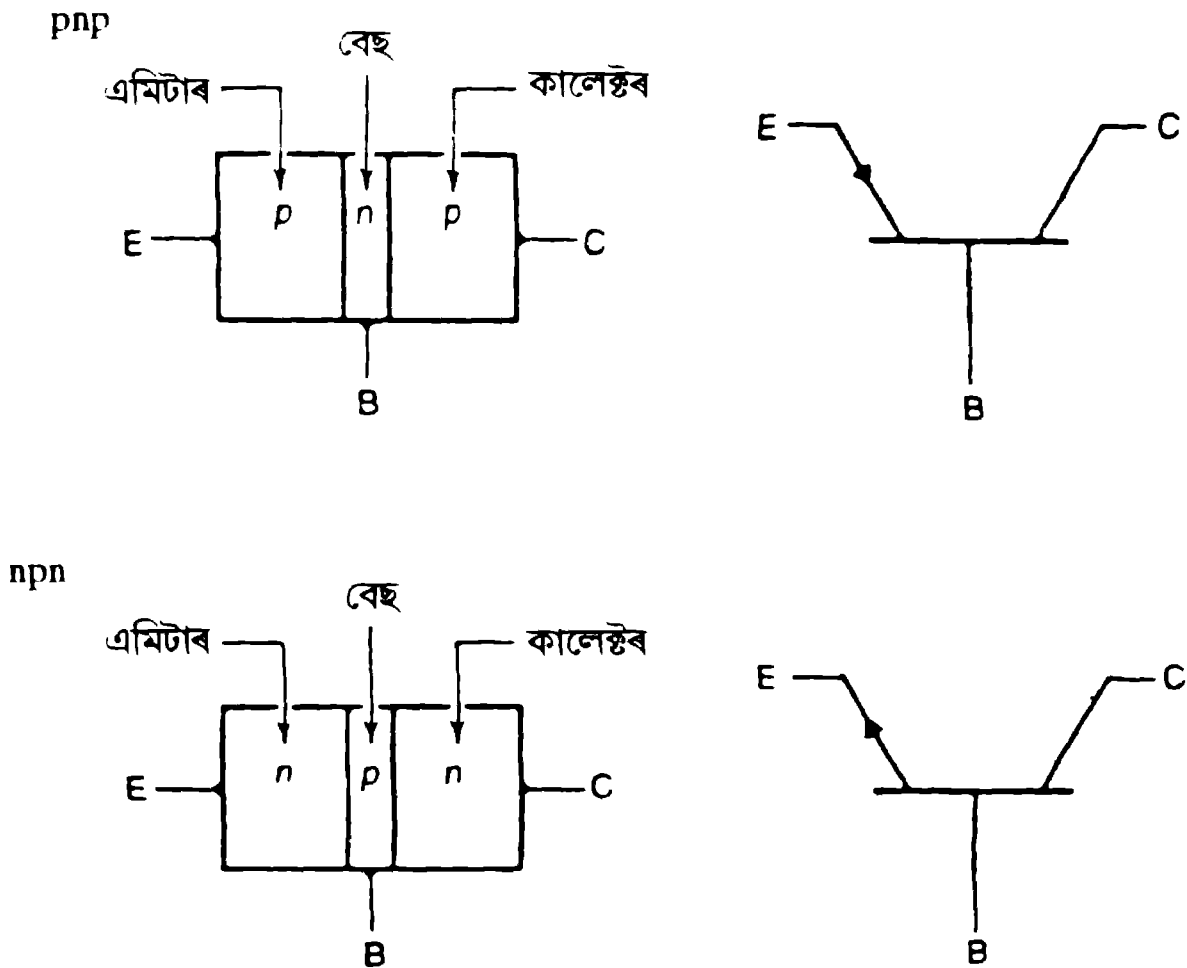
ক্রিষ্টেল পৰিৱৰ্ধক তৈয়াৰ কৰা সম্পৰ্কে পৰীক্ষা-নিৰীক্ষা কৰি চাবলৈ সিদ্ধান্ত লোৱাটো আছিল তেনেই স্বাভাৱিক। এক দশকৰো অধিক সময়ৰ বাবে ডায়'ড আৰু ট্ৰেনজিষ্টৰ তৈয়াৰীৰ ক্ষেত্ৰত জাৰ্মেনিয়ামেই আছিল প্ৰধান অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থ। বাৰ্ডিনে বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰৰ বাবে বিভিন্ন সংস্থিতি লৈ পৰীক্ষা-নিৰীক্ষা কৰিছিল আৰু দেখিছিল যে সংযোগ দুটাৰ মাজৰ দূৰত্ব 0.05 মিলিমিটাৰ হ'লে ইনপুট সংকেতবোৰ পৰিৱৰ্ধন কৰিব পাৰি। এই আয়োজনটোৱে বেছ সুন্দৰকৈ কাম কৰিছিল আৰু আহিলাটোৱে ইনপুট সংকেতক এশ গুণৰো অধিক পৰিৱৰ্ধন ঘটাবলৈ সক্ষম হৈছিল।

বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰৰ বাণিজ্যিক উৎপাদন আৰম্ভ হয় 1951 চনত। লগে লগে কিছুমান গুৰুত্বপূৰ্ণ যন্ত্ৰত ট্ৰেনজিষ্টৰৰ ব্যৱহাৰৰ বাবে এটা প্ৰবল আগ্ৰহ দেখা গৈছিল। বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰ ব্যৱহাৰ কৰি ডিজিটেল কম্পিউটাৰৰ প্ৰথম প্ৰজাতিৰ এটা কম্পিউটাৰ 1955 চনত নিৰ্মাণ কৰা হৈছিল। আমেৰিকা যুক্তৰাষ্ট্ৰৰ জেনিথ্ ৰেডিঅ' কৰ্পৰেছনে তেওঁলোকৰ শ্ৰৱণ যন্ত্ৰত এই ধৰণৰ ট্ৰেনজিষ্টৰ ব্যৱহাৰ কৰিছিল। ৰেডিঅ' আৰু টেলিভিছনত ট্ৰেনজিষ্টৰ ব্যৱহাৰ কৰিবলৈ সাহসী প্ৰচেষ্টা লোৱা হৈছিল যদিও আশা কৰা ধৰণৰ বিশ্বস্ততা পোৱা নগৈছিল। বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰৰ ঠাইত 'মিশ্ৰ ধাতু-সন্ধি' ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু তাৰো ঠাইত 'সন্ধি' ট্ৰেনজিষ্টৰ আহিল। ষাঠিৰ

চিত্ৰ 5.2 : (ক) সংকৰ ধাতু সন্ধি ট্ৰেনজিষ্টৰ, (খ) উৎপাদিত সন্ধি ট্ৰেনজিষ্টৰ, (গ) এটা সমতলীয় ট্ৰেনজিষ্টৰৰ ছেদাংশ।

দশকৰ মাজভাগলৈ ছিলিকনৰ একক ক্ৰিষ্টেল তৈয়াৰ কৰাৰ প্ৰযুক্তি যথেষ্ট আগবাঢ়ি গৈছিল আৰু ই যথেষ্ট পৰিপক্কতা লাভ কৰিছিল। আমেৰিকা যুক্তৰাষ্ট্ৰৰ টেক্সাছ ইনষ্ট্ৰুমেণ্টছ্-এ পোন প্ৰথমে অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থ হিচাপে ছিলিকন ব্যৱহাৰ কৰি ট্ৰেনজিষ্টৰ প্ৰস্তুত কৰিছিল।

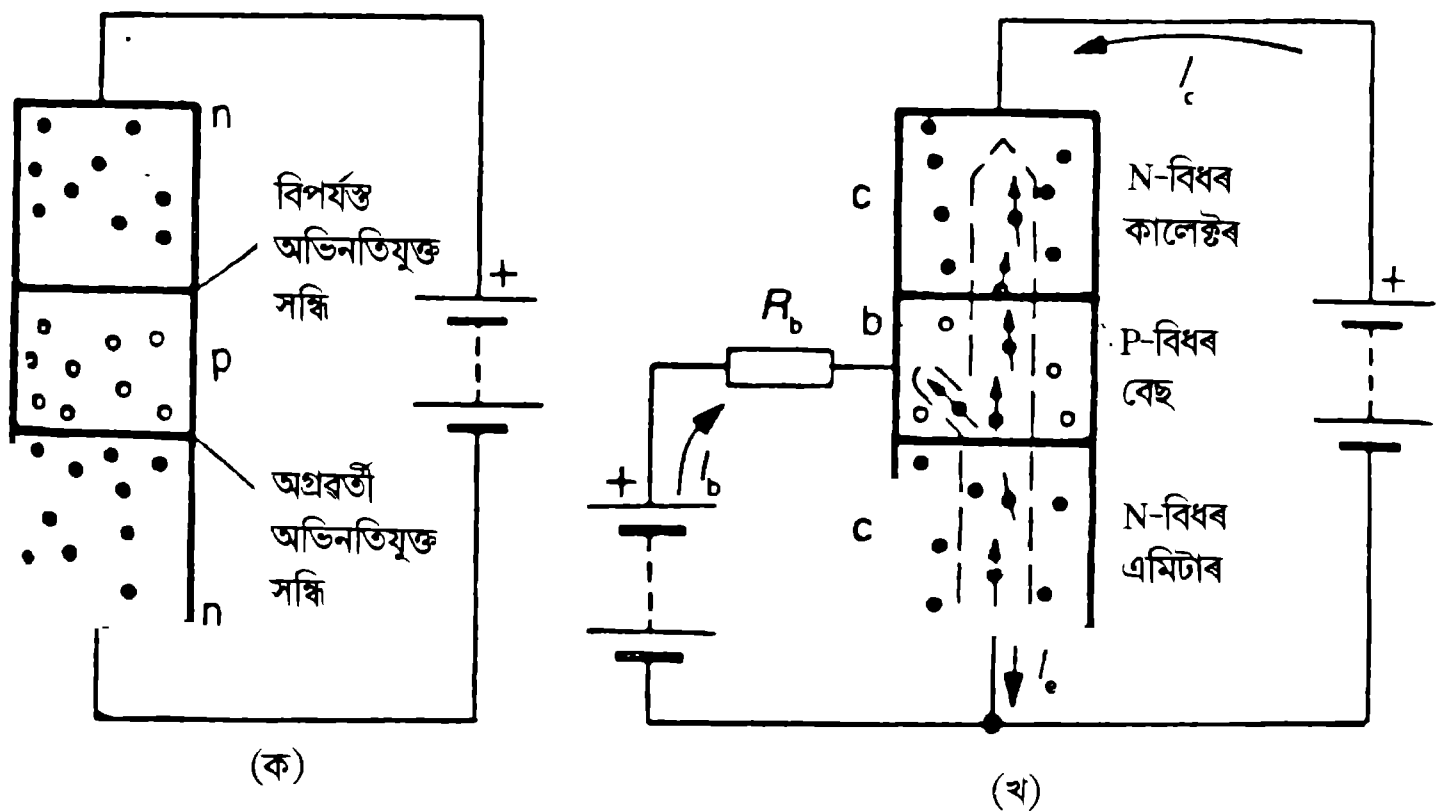
ছিলিকন ট্ৰেনজিষ্টৰ

ইয়াৰ উচ্চ গলনাংকৰ হেতু বিভিন্ন বৈজ্ঞানিক কাম-কাজ কৰিবৰ বাবে ছিলিকন এবিধ অতি উত্তম পদাৰ্থ। গতিকে অতি সোনকালেই ছিলিকনে জাৰ্মেনিয়ামৰ ঠাই অধিকাৰ কৰি ল'লে। ফেয়াৰচাইল্ড কেমেৰা কোম্পানীৰ গৱেষণাগাৰত ট্ৰেনজিষ্টৰ তৈয়াৰ কৰাৰ 'সমতলীয়' (planer) প্ৰযুক্তি উদ্ভাৱন কৰা হৈছিল। এই প্ৰযুক্তিৰ জৰিয়তে একে সময়তে এক বৃহৎ পৰিমাণৰ ছিলিকন ট্ৰেনজিষ্টৰ উৎপাদন কৰিব পাৰি। সমতলীয় প্ৰযুক্তিত কেইবাটাও পৰ্যায় থকা সত্বেও উৎপাদিত ট্ৰেনজিষ্টৰবোৰে উচ্চ পৰ্যায়ৰ সহনশীলতা প্ৰদৰ্শন কৰে। কেইবছৰ মানৰ ভিতৰতে সমতলীয় প্ৰযুক্তি ট্ৰেনজিষ্টৰ উৎপাদনৰ আৰু পিছলৈ আনকি সমন্বিত বৰ্তনী উৎপাদনৰো প্ৰামাণিক পদ্ধতি হৈ পৰিল।

এটা সন্ধি ট্ৰেনজিষ্টৰ হ'ল ছিলিকনৰ একেটা ক্ৰিষ্টেলতে পিঠিয়াপিঠিকৈ লগ লগোৱা দুটা p-n সন্ধি ডায়'ড। এইটো সহজেই কল্পনা কৰিব পাৰি যে এনে সন্ধি

চিত্ৰ 5.3 : আদৰ্শ p-n-p আৰু n-p-n ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু সিহঁতৰ প্ৰতীক-চিহ্ন।

ট্ৰেনজিষ্টৰৰ ক্ষেত্ৰত দুটা সাজোন সম্ভৱ; p-n-p বা n-p-n এই দুই ধৰণৰ ট্ৰেনজিষ্টৰ পাব পাৰি। p-n-p সন্ধি ট্ৰেনজিষ্টৰ এটা ছেণ্ডউইচৰ দৰে। দুটা P-বিধৰ অঞ্চলৰ মাজভাগত N-বিধৰ পদাৰ্থৰ এটা পাতল তৰপ থাকে। n-p-n ট্ৰেনজিষ্টৰৰ ক্ষেত্ৰত অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থৰ বিধবোৰ ঠিক ওলোটা, দুটা N-বিধৰ অঞ্চলৰ মাজভাগত P-বিধৰ পদাৰ্থৰ এটা পাতল তৰপ থাকে। পাতল মধ্যস্তৰটোক কোৱা হয় বেছ্ (B) আৰু আন দুটা স্তৰক ক্ৰমে এমিটাৰ (E) আৰু কালেক্টৰ (C) বুলি কোৱা হয়। দুটা p-n সন্ধি পিঠিয়া-পিঠিকৈ লগ লগাই প্ৰস্তুত কৰা এনে ধৰণৰ আহিলা দ্বিমেৰু (dipoler) ট্ৰেনজিষ্টৰ নামেৰেও জনাজাত।

ট্ৰেনজিষ্টৰ এটাই কেনেকৈ পৰিৱৰ্ধকৰ কাম কৰে সেই কথা আমি আগতে কৰি অহা p-n সন্ধিৰ আলোচনাৰ পৰাই বেছ্ ভালকৈ বুজিব পাৰি। আমি জানো যে বিপৰ্যস্ত অভিনতিত, অৰ্থাৎ N-বিধৰ অঞ্চলটো P-বিধৰ অঞ্চল সাপেক্ষে ধনাত্মক হ'লে সন্ধি এটাই উচ্চ ৰোধ প্ৰদান কৰে। আনহাতে, অগ্ৰৱৰ্তী অভিনতিত ডায়'ডে খুব কম ৰোধ প্ৰদৰ্শন কৰে। সাধাৰণতে, এটা বাহ্যিক বেটাৰিৰ জৰিয়তে ইয়াৰ এমিটাৰ-বেছ্ ডায়'ডটো অগ্ৰৱৰ্তী অভিনতিযুক্ত কৰি ট্ৰেনজিষ্টৰক কামত লগোৱা হয়। ইয়াৰ ফলত এমিটাৰৰ পৰা বেছ্ অঞ্চললৈ বৰ্ধিত হাৰত মুখ্য আধান বাহকৰ প্ৰবাহ ঘটে। ডায়'ডৰ প্ৰকৃত বিদ্যুৎ প্ৰবাহ অগ্ৰৱৰ্তী বিভৱ অভিনতিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে আৰু বাহ্যিক বৰ্তনীৰ বেছ্ বিভৱৰ জৰিয়তে এইটো নিয়ন্ত্ৰণ কৰিব পাৰি।

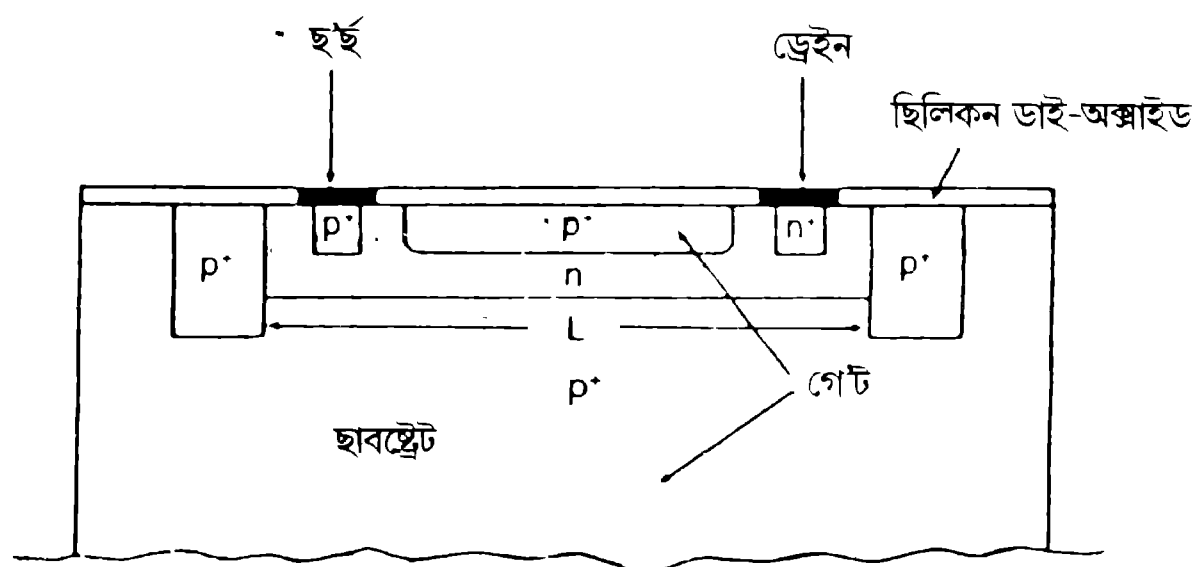
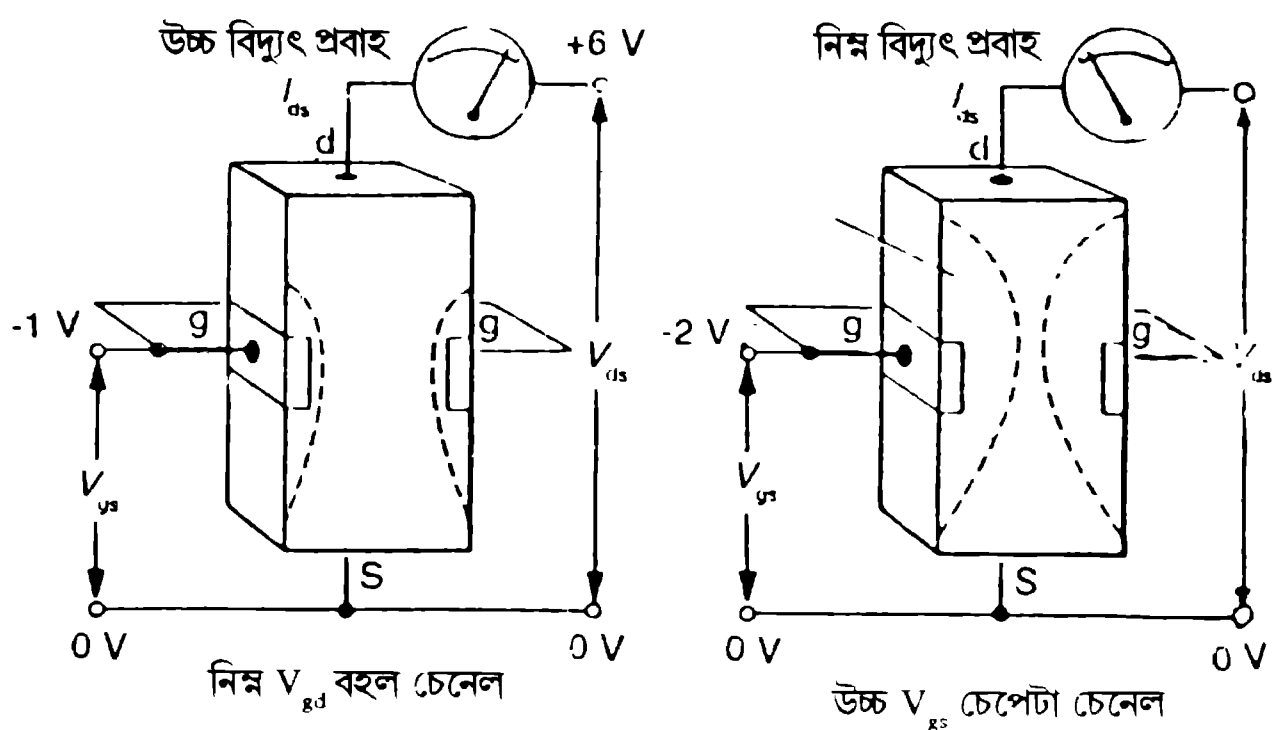
এইটো মনত ৰাখিব লাগিব যে বেছ্ এমিটাৰ ডায়'ডটো অগ্ৰৱৰ্তী অভিনতিযুক্ত কৰিলেহে দ্বিমেৰু ট্ৰেনজিষ্টৰে পৰিৱৰ্ধকৰ কাম কৰিব পাৰে। ডায়'ডটোত অগ্ৰৱৰ্তী

চিত্ৰ 5.4 : দ্বিমেৰু ট্ৰেনজিষ্টৰ এটাত ইলেকট্ৰন আৰু হ'ল ঃ (ক) ট্ৰেনজিষ্টৰ 'অফ' অৱস্থাত, (খ) ট্ৰেনজিষ্টৰ 'অন' অৱস্থাত।

অভিনতিৰ বেটাৰি নাথাকিলে বেছ অঞ্চললৈ যোৱা ইলেকট্ৰনো নাথাকিব আৰু কালেক্টৰলৈও কোনো ইলেকট্ৰন যাব নোৱাৰিব। p-n-p ট্ৰেনজিষ্টৰৰ ক্ষেত্ৰত এমিটাৰৰ পৰা বেছলৈ হ'লৰ প্ৰবাহৰ বাবে এমিটাৰ প্ৰবাহ (মুখ্য বাহক)ৰ উদ্ভৱ হয়। বাহ্যিক বেটাৰিটো এনেদৰে সংযোগ কৰা হয় যাতে ইয়াৰ ঋণাত্মক প্ৰান্তটো কালেক্টৰৰ সৈতে সংযোজিত হৈ থাকে। n-p-n ট্ৰেনজিষ্টৰৰ ক্ষেত্ৰত ইলেকট্ৰনে এমিটাৰ প্ৰবাহ কঢ়িয়াই নিয়ে আৰু সেয়ে কালেক্টৰৰ সৈতে বাহ্যিক বেটাৰিৰ ধনাত্মক প্ৰান্তটো সংযোগ কৰা হয়।

ট্ৰেনজিষ্টৰ উদ্ভাৱন কৰাৰ সময়ত এনে আহিলাৰ এটা তাৎক্ষণিক চাহিদা আছিল। অতি সোনকালেই ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীৰ ট্ৰায়'ড আৰু একে ধৰণৰ অন্যান্য নিৰ্বাত নলীৰ ঠাই ট্ৰেনজিষ্টৰে দখল কৰি ল'লে। সেই সময়ছোৱাত আটাইতকৈ বেছি চাহিদা আছিল পৰিৱৰ্ধকৰ। প্ৰথম অৱস্থাত যিবোৰ প্ৰায়োগিক ক্ষেত্ৰত ট্ৰেনজিষ্টৰৰ ব্যৱহাৰ হৈছিল সেইবোৰৰ ভিতৰত আছিল ৰেডিঅ' গ্ৰাহক যন্ত্ৰ আৰু শ্ৰৱণ সহায়ক যন্ত্ৰ। কেইবছৰ মানৰ পিছতে ইয়াক ছুইচ হিচাপে (কম্পিউটাৰ আৰু যোগাযোগ ব্যৱস্থাত) ব্যৱহাৰ কৰা হয়। বৰ্তমান ট্ৰেনজিষ্টৰ প্ৰায় সকলো ধৰণৰ ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীৰ এবিধ অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ উপাংশ। অডিঅ', ভিডিঅ', যোগাযোগ আৰু নিয়ন্ত্ৰণ ব্যৱস্থাবোৰত ট্ৰেনজিষ্টৰ আজিকালি বহুলভাৱে ব্যৱহৃত হয়।

ক্ষেত্ৰ প্ৰভাৱ ট্ৰেনজিষ্টৰ

উনৈশশ বাৱন্ন চনত শ্বক্‌লিয়ে আন এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা উদ্ভাৱন কৰে। এই আহিলাটো পিছলৈ 'ক্ষেত্ৰ প্ৰভাৱ ট্ৰেনজিষ্টৰ' (Field Effect Transistor) বা চমুকৈ 'ফেট' (FET) নামেৰে জনাজাত হয়। ইয়াৰ এক দশকৰো পিছতহে বিশ্বস্ত ফেট উৎপাদন কৰাটো সম্ভৱপৰ হৈছিল। বস্তুতঃ ছিলিকনৰ আহিলা নিৰ্মাণ কৰাৰ প্ৰযুক্তিৰ ভালদৰে বিকাশ হোৱাৰ পিছতহে ফেটৰ উৎপাদন আৰু প্ৰয়োগ সম্ভৱ হৈছিল।

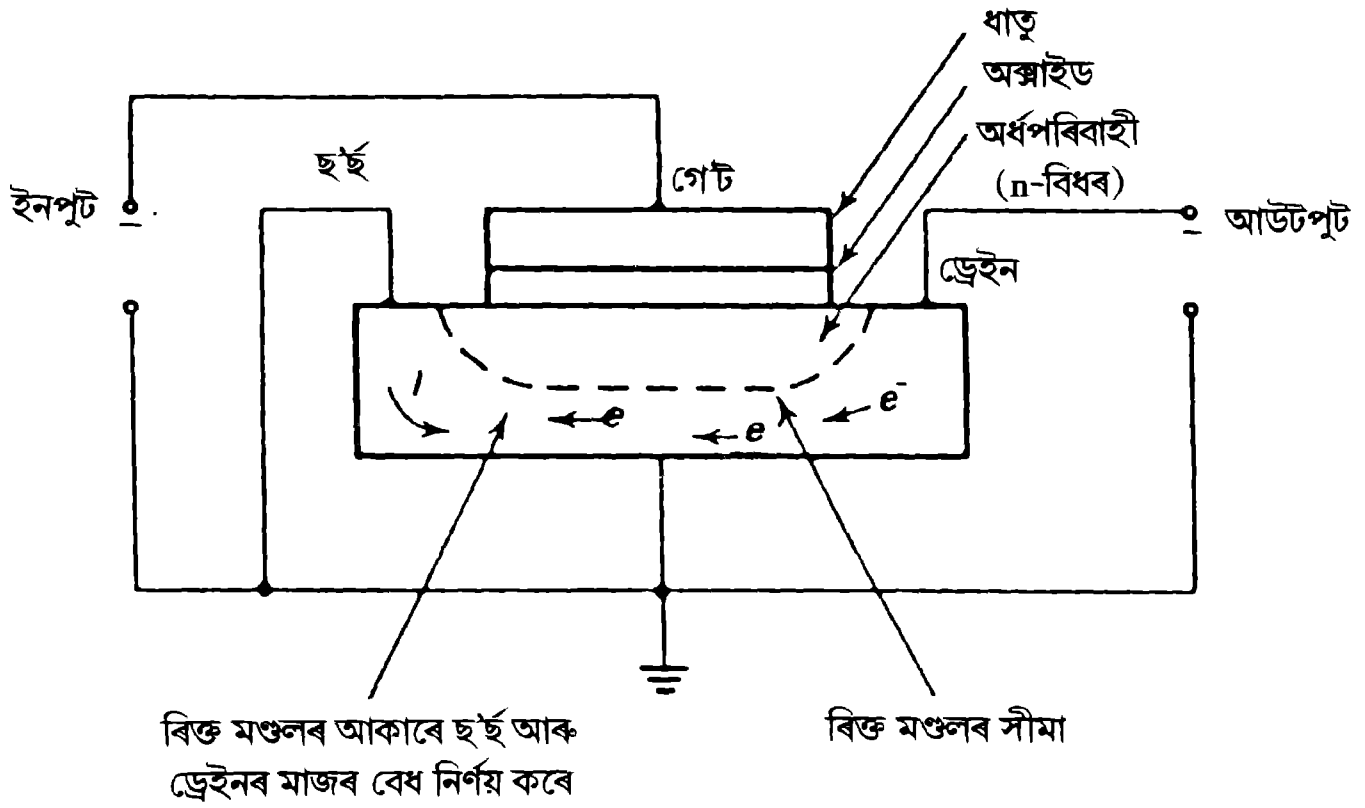
দুই প্ৰকাৰৰ ক্ষেত্ৰ প্ৰভাৱ ট্ৰেনজিষ্টৰ আছে আৰু ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীৰ বাবে দুয়োবিধেই বেছ উপযোগী। ইয়াৰে এবিধ হ'ল সন্ধি-গে'ট (junction gate) ক্ষেত্ৰ প্ৰভাৱ ট্ৰেনজিষ্টৰ (জাগফেট বা জেফেট)। ই হ'ল N-বিধৰ পদাৰ্থৰ এডাল দণ্ড, যাৰ দুই মূৰত ধাতুৰ সংযোগ থাকে। এই প্ৰান্ত দুটাক ক্ৰমে ছ'ৰ্ছ (source) আৰু ড্ৰেইন (drain) বুলি কোৱা হয়। N-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহীৰ মুখ্য বাহক হ'ল ইলেক্‌ট্ৰন, গতিকে ছ'ৰ্ছ আৰু ড্ৰেইনক যদি ক্ৰমে বাহ্যিক বেটাৰিৰ ঋণাত্মক আৰু ধনাত্মক প্ৰান্তৰ সৈতে সংযোগ কৰা হয়, তেন্তে চিত্ৰ 5.5-ত দেখুওৱাৰ দৰে বিদ্যুৎ প্ৰবাহ ঘটিব। দণ্ডডালৰ এটা অংশত অশুদ্ধিযুক্ত P-বিধৰ ছিলিকন থাকে। ইয়াক 'গে'ট' (gate) বুলি কোৱা হয় হয় আৰু ই দণ্ডৰ মাজেৰে ইলেকট্ৰনৰ প্ৰবাহ নিয়ন্ত্ৰণত সহায় কৰে। চিত্ৰত দেখুওৱাৰ ধৰণে দণ্ড ডালত এটা p-n সন্ধি গঠিত হয়।

চিত্ৰ 5.5 : (ওপৰত) জাগফেটত গেটৰ পৰা ছ'ৰ্ছৰ বিভৱে চেনেলৰ বেধ নিয়ন্ত্ৰণ কৰে, (তলত) সমতলীয় জাগফেট এটাৰ ছেদাংশ।

যদি গে'ট আৰু ছ'ৰ্ছৰ মাজত বিভৱ প্ৰথম অৱস্থাত শূন্য হয় আৰু ড্ৰেইনৰ পৰা ছ'ৰ্ছলৈ বিভৱ ধনাত্মক হয়, তেন্তে ছ'ৰ্ছৰ পৰা ড্ৰেইনলৈ ইলেকট্ৰনৰ প্ৰবাহ ঘটে আৰু দণ্ডডালৰ ৰোধৰ ওপৰত ইয়াৰ মান নিৰ্ভৰ কৰে। সন্ধিটোত বিপৰ্যস্ত অভিনতি প্ৰয়োগ কৰা হয় আৰু দণ্ড ডালৰ ৰোধৰ কাৰণে হোৱা বিভৱ পতনৰ বাবে ইয়াৰ মান ছ'ৰ্ছৰ ওচৰত শূন্যৰ পৰা ড্ৰেইনৰ ফালে ক্ৰমাৎ বাঢ়ি যায়। যিহেতু বিপৰ্যস্ত অভিনতিৰ বাবে ৰিক্ত স্তৰটো বাঢ়ি যায়, গতিকে ৰিক্ত স্তৰে চিত্ৰত দেখুওৱা ধৰণে আকৃতি ধাৰণ কৰে। ৰিক্ত স্তৰ দুটাৰ মাজৰ জেঠী-নেজীয়া চেনেল এটাৰ মাজেৰে ইলেকট্ৰনৰ প্ৰবাহ ঘটে। এনে ধৰণৰ আহিলাক 'N-চেনেল' ফেট বুলি কোৱা হয় একে ধৰণে, P-বিধৰ দণ্ড আৰু N-বিধৰ গেট লৈ 'P-চেনেল' ফেট নিৰ্মাণ কৰিব পাৰি।

ছ'ৰ্ছ আৰু ড্ৰেইনৰ মাজৰ বিভৱ ক্ৰমে অধিকতৰ ধনাত্মক কৰি গৈ থাকিলে ওপৰৰ ফালে চেনেলটো চেপেটা হৈ পৰে আৰু ছ'ৰ্ছ আৰু ড্ৰেইনৰ মাজৰ ৰোধ বাঢ়ি যায়। অৱশেষত যেতিয়া গেট বিভৱ এটা সংকট মানত উপস্থিত হয় (এইটোক 'pinch off voltage' নামেৰেও জনা যায়), ড্ৰেইনৰ ওচৰত ৰিক্ত স্তৰ দুটাই পৰস্পৰক স্পৰ্শ কৰে আৰু তেতিয়া চেনেলটো 'pinched off' হোৱা বুলি কোৱা হয়। ইয়াৰ বিপৰীতে, গে'ট বিভৱ ঋণাত্মক কৰা হ'লে; তেতিয়া ই ঋণাত্মক অভিনতি বৃদ্ধি কৰিব আৰু ৰিক্ত স্তৰ দুটাৰ বহলিকৰণ ঘটাব যাৰ ফল ত ড্ৰেইন বিভৱৰ নিম্নতৰ মান এটাতে pinch off ঘটিব। এইদৰে গে'ট বিভৱৰ প৷া হোৱা বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ৰখনে পৰিবাহী চেনেলৰ মাজেৰে বোৱা বিদ্যুতৰ সোঁত নিয়ন্ত্ৰণ কৰিব পাৰে। ঋণাত্মক অভিনতিৰ ক্ষেত্ৰত আহিলাটোক 'ৰিক্ত ম'ড'ত কাম কৰা বুলি কোৱা হয়, কাৰণ অভিনতি বৃদ্ধি কৰিলে চেনেলটো আধান বাহকৰ পৰা ৰিক্ত হৈ পৰে। যদি অভিনতি ধনাত্মক কৰা হয়, তেন্তে সন্ধিটো অগ্ৰৱৰ্তী অভিনতিযুক্ত হ'ব আৰু চেনেলটো বহল হৈ পৰাৰ কাৰণে বিদ্যুৎ প্ৰবাহ বাঢ়ি যাব।

ফেট আৰু দ্বিমেৰু সন্ধিৰ মূল পাৰ্থক্য হ'ল ফেটত চেনেলত থকা মুখ্য বাহকৰ কাৰণে আহিলাটোৰ মাজেৰে বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হয়। এই কথাটোৰ কাৰণে ফেটবোৰক 'একমেৰু আহিলা' বুলিও কোৱা হয়। ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীত ফেটৰ বহুল প্ৰয়োগ 1962 চনৰ পৰা আৰম্ভ হয়। উচ্চ ইনপুট ৰোধ প্ৰদানৰ বিশিষ্ট ধৰ্মৰ কাৰণে ফেটবোৰ জনপ্ৰিয় হৈ পৰে। এই দিশৰ পৰা সিহঁতৰ কাৰ্যকাৰিতা নিৰ্বাত নলীযুক্ত ট্ৰায়'ডৰ দৰে, অৰ্থাৎ, ছ'ৰ্ছৰ পৰা ড্ৰেইনলৈ বিদ্যুতৰ প্ৰবাহ নিয়ন্ত্ৰণ কৰে গে'টৰ বিভৱে। উষ্ণতাৰ সালসলনিৰ প্ৰতিও ফেটবোৰ বৰ বেছি সংবেদনশীল নহয়।

মছফেট

আন এক ধৰণৰ ফেটক ধাতু অক্সাইড ক্ষেত্ৰ প্ৰভাৱ ট্ৰেনজিষ্টৰ বুলি কোৱা হয় (চমুকৈ মছফেট, MOSFET)। ডিজিটেল ইলেকট্ৰনিক্সত ই বিশেষভাৱে গুৰুত্বপূৰ্ণ। উনৈশশ ছৌষষ্ঠি চনত প্ৰথম কাৰ্যকৰী মছফেট আহিলা প্ৰস্তুত কৰা হয়। মছফেট তৈয়াৰ কৰাৰ আগতে পৃষ্ঠ আৰু অন্তৰাপৃষ্ঠৰ ইলেকট্ৰনিক ধৰ্মৰ বিষয়ে ভালদৰে জানিবলগীয়া হৈছিল। অন্তৰাপৃষ্ঠ শব্দটোৱে ইয়াত অক্সাইড আৰু অৰ্ধপৰিবাহীৰ মাজৰ অংশটোক বুজাইছে। চিত্ৰ 5.7-ত এটা 'বাঢ়ন ম'ড'ত থকা N-চেনেল মছফেট দেখুওৱা হৈছে। ইয়াত ব্যৱহৃত অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থবিধ হ'ল কম অশুদ্ধিযুক্ত P-বিধৰ ছিলিকন, গতিকে ইয়াৰ খুব উচ্চ মানৰ ৰোধ শক্তি থাকে (আনকি সন্ধি ফেট এটাতকৈও বেছি)। ইয়াৰ পৃষ্ঠখন অপৰিবাহী ছিলিকন ডাই-অক্সাইডৰ পাতল তৰপ এটাৰে আবৃত কৰা হয়। চিত্ৰত দেখুওৱাৰ দৰে দুটা অশুদ্ধিযুক্ত N-বিধৰ অঞ্চল থাকে। ইহঁতে ক্ৰমে ড্ৰেইন আৰু ছ'ৰ্ছৰ কাম কৰে। ছ'ৰ্ছ আৰু ড্ৰেইন অঞ্চলত ধাতুৰ (সাধাৰণতে এলুমিনিয়ামৰ)

চিত্ৰ 5.6 : এটা ৰিক্ত ম'ডৰ মছফেট।

সংযোগ বিন্দু স্থাপন কৰা হয়, যাতে তাৰ পৰা পৰিবাহী তাঁৰ উলিয়াই আনিব পাৰি। ৎ অক্সাইডৰ তৰপটোৰ ওপৰত আন এটা পাতল ধাতুৰ ফিল্ম (এইটোও এলুমিনিয়ামৰ) স্থ াপন কৰা হয়—যিটোৱে গে'ট হিচাপে কাম কৰে।

দ্বিমেৰুৱেই হওক বা ফেটেই হওক, ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীত ট্ৰেনজিষ্টৰ ব্যৱহাৰ কৰে াঁতে সাধাৰণতে সিহঁতৰ কালেক্টৰ বা ড্ৰেইনক এটা ৰোধৰ মাজেৰে বেটাৰিৰ সৈতে সংযে াগ কৰা হয়। আহিলাটোৰ মাজেৰে যেতিয়া বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হয় (যিটো নিৰ্ভৰ কৰে ৎ মভিনতি প্ৰবাহ বা বিভৱৰ ওপৰত), তেতিয়া এই ৰোধটোত এটা বিভৱ পতন

চিত্ৰ 5.7 : আবিষ্ট N-চেনেল মছফেট।

হয়। কালেক্টৰ বা ড্ৰেইনত যিটো বিভৱ পোৱা যায়, সেইটো সাধাৰণতে বেছ বা গে'টত প্ৰয়োগ কৰা সংকেতৰ পৰিৱৰ্ধিত ৰূপ। এই বৰ্তনীৰে এক পৰিশোধিত ৰূপ ডিজিটেল সংকেতৰ সৈতে জড়িত ক্ষেত্ৰসমূহত বহুলভাৱে প্ৰয়োগ কৰা হয়। এই ক্ষেত্ৰত ট্ৰেনজিষ্টৰটো হয় 'অন' অৱস্থাত নহয় 'অফ' অৱস্থাত থাকে। বেছ বা গে'টৰ সংকেতৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি আহিলাটো এটা অৱস্থাৰ পৰা আনটো অৱস্থালৈ অহা-যোৱা কৰি থাকিব পাৰে।

একোটা চিপত বহু সংখ্যক মছফেট সংস্থাপন কৰিব পাৰি, কম পৰিমাণৰ শক্তি খৰচ হয়, আৰু উৎপাদন প্ৰণালী সৰল—এই সুবিধাবোৰ থকা সত্বেও মছফেটৰ এটা অসুবিধা আছে। ই স্থিৰবৈদ্যুতিক ল'ডিং সাপেক্ষে খুব সংবেদনশীল। যদি কেতিয়াবা, দুৰ্ঘটনাবশতঃ গে'ট প্ৰান্তত উচ্চ ইলেকট্ৰনিক বিভৱ প্ৰয়োগ কৰা হয়, তেতিয়া অক্সাইডৰ পাতল অন্তৰক তৰপটো ফাটি যোৱাৰ, আৰু মছফেটটো স্থায়ীভাৱে নষ্ট হৈ যোৱাৰ প্ৰবল সম্ভাৱনা থাকে। সি যি কি নহওক, মছ আহিলাবোৰ আটাইতকৈ সুলভ সমন্বিত বৰ্তনী আৰু সেয়েহে উপভোক্তা বজাৰত ইহঁতক বহুলভাৱে ব্যৱহাৰ কৰা হয়।

দ্বিমেৰু, ফেট আৰু মছ ট্ৰেনজিষ্টৰবোৰ হ'ল এটা চিপত স্থাপন কৰিব পৰা অধিকতৰ জটিল ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীৰ উপাংশ মাত্ৰ। চিপ এটাৰ এনে জটিল বৰ্তনীবোৰৰ বিষয়ে আলোচনা কৰাৰ আগতে এইবোৰ আহিলা কেনেকৈ তৈয়াৰ কৰা হয় আৰু এইবোৰ কম খৰচতে উৎপাদন কৰিবলৈ অতি জটিল আৰু অত্যন্ত ব্যয়বহুল ব্যৱস্থাৰনো কিয় প্ৰয়োজন হয় চাওঁ আহক।

6

ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু চিপ—সিহঁতক কেনেকৈ তৈয়াৰ কৰা হয়?

মটৰ গাড়ী আৰু ইয়াৰ পেট্ৰ'ল ইঞ্জিনৰ প্ৰথম প্ৰদৰ্শন কৰা হৈছিল 1884 চনত। সেই সময়ত মটৰ গাড়ী আছিল ধনী মানুহৰ বিলাসিতাৰ আৰু ৰং-ৰহইচৰ উৎস। দুই দশকৰ পিছত, আমেৰিকাৰ ডেট্ৰইটৰ তৰুণ উদ্যোগী অভিযন্তা হেনৰি ফোৰ্ডে মটৰ গাড়ী উদ্যোগত সৰহীয়া উৎপাদনৰ পদ্ধতি সূচনা কৰাৰ পিছতহে মটৰ গাড়ী সকলোৰে বাবে সহজলভ্য হৈ পৰিল। অৰ্ধপৰিবাহী আহিলাৰ বেলিকাও কথাটো একে ধৰণৰ। ট্ৰেনজিষ্টৰ কম খৰচতে পাব পৰাকৈ আৰু সৰহীয়াকৈ উৎপাদন কৰিব পৰাকৈ ব্যৱস্থা এটা কৰিবলৈও অভিযন্তাসকলে এটা দশকৰো অধিক কাল কঠোৰ পৰিশ্ৰম কৰিবলগীয়া হৈছিল। ইয়াৰ পিছতহে ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীত ট্ৰেনজিষ্টৰৰ বহুল প্ৰচলন আৰম্ভ হ'ল আৰু লগে লগে ই ইলেকট্ৰনিক্সৰ এক নতুন দিগন্ত উন্মোচিত কৰিলে। সৌভাগ্যৰ কথা যে 1960-ৰ দশকৰ প্ৰথম ভাগত অৰ্ধপৰিবাহী নিৰ্মাণ প্ৰযুক্তিৰ ক্ষেত্ৰত কেইবাটাও প্ৰয়োজনীয় উদ্ভাৱনা হৈছিল। এইবোৰে ট্ৰেনজিষ্টৰ, আৰু পিছলৈ সমন্বিত বৰ্তনী কেৱল শ শ হিচাপত নহয়, লাখ লাখ হিচাপত উৎপাদন কৰাটো সম্ভৱপৰ কৰি তুলিছিল; আৰু তাকো একেবাৰে পানীৰ দামত। ইয়াৰ সমুদায় কৃতিত্ব এক বুজন সংখ্যক বিজ্ঞানী আৰু অভিযন্তাৰ অপৰিশ্ৰান্ত অধ্যৱসায়ৰ প্ৰাপ্য, যি সকল 1950-ৰ দশকত এই নতুন প্ৰযুক্তিৰ গৱেষণাত নিয়োজিত হৈছিল।

প্ৰথমাবস্থাৰ উৎপাদন প্ৰণালী

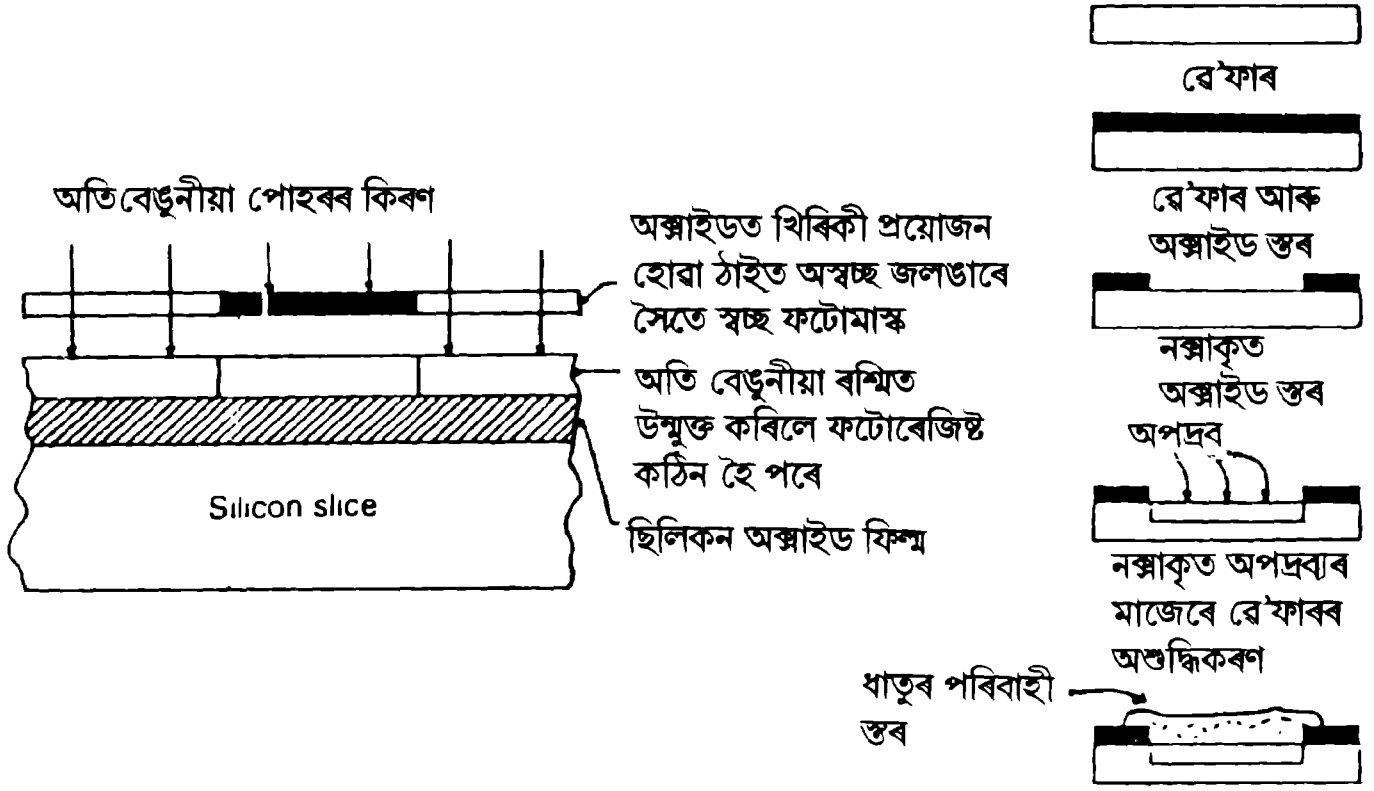
প্ৰথম ট্ৰেনজিষ্টৰটো আছিল বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰ, যিটো বাৰ্ডিনে নিজ হাতেৰে নিৰ্মাণ কৰিছিল। বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰৰ পিছতে আহিল 'সংকৰ ধাতু সন্ধি' ট্ৰেনজিষ্টৰ। এই ধৰণৰ ট্ৰেনজিষ্টৰ উৎপাদনৰ বাবে পঞ্চম বৰ্গৰ অপদ্ৰব্যৰে পাতলকৈ অশুদ্ধ কৰা জাৰ্মেনিয়ামৰ এছিটা ক্ষীণ পাতৰ প্ৰয়োজন। P-বিধৰ পদাৰ্থৰ (তৃতীয় বৰ্গ) দুটা মণ্ড

এই পাতছিটাৰ দুফালে দি তপতোৱা হয় যাতে পৃষ্ঠত সংযোগবোৰ ক্ৰমান্বয়ে মিশ্ৰিত হৈ পৰে আৰু অন্তৰাপৃষ্ঠত দুটা p-n সন্ধি গঠিত হয়। এই প্ৰক্ৰিয়াৰে p-n-p ট্ৰেনজিষ্টৰ প্ৰস্তুত কৰিব পাৰি। বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰৰ তুলনাত এনে ধৰণৰ ট্ৰেনজিষ্টৰৰ পাৰদৰ্শিতা বহু পৰিমাণে ভাল আছিল যদিও সন্তোষজনক নাছিল।

উনৈশশ পঞ্চাশ চনত শ্বক্‌লিয়ে এবিধ নতুন ধৰণৰ 'সন্ধি ট্ৰেনজিষ্টৰ'ৰ ধাৰণা আগবঢ়ালে। পিছে বিভিন্ন ধৰণৰ অপদ্ৰব্যেৰে সৈতে বৃহৎ আকাৰৰ একক ক্ৰিষ্টেল গঠন কৰিব পৰা নিখুঁত প্ৰযুক্তি অবিহনে এই ধৰণৰ ট্ৰেনজিষ্টৰ উৎপাদন কৰা সম্ভৱপৰ নাছিল। এইটো আছিল এটা স্তৰীভূত গাঁথনি—P-বিধৰ পদাৰ্থৰ এটা ডাঠ স্তৰ, তাৰ ওপৰত N-বিধৰ পদাৰ্থৰ এটা পাতল স্তৰ আৰু সৰ্বশেষত P-বিধৰ পদাৰ্থৰ আন এটা ডাঠ স্তৰ। দাতা আৰু গ্ৰহীতা অপদ্ৰব্যেৰে একান্তৰভাৱে অশুদ্ধ কৰি জাৰ্মেনিয়াম ক্ৰিষ্টেল উৎপাদন কৰাৰ সময়তহে এনে ধৰণৰ স্তৰীভূত গাঁথনি তৈয়াৰ কৰিব পাৰি। এটা সময়ত ঠিক এইদৰে বৃহৎ সংখ্যক সন্ধি ট্ৰেনজিষ্টৰ উৎপাদন কৰা হৈছিল। নতুন 'সন্ধি ট্ৰেনজিষ্টৰ' আগৰ বিন্দু সংযোগ ট্ৰেনজিষ্টৰতকৈ অধিক বিশ্বস্ত আছিল। কিন্তু দেখা গ'ল যে এনে ধৰণে নিৰ্মাণ কৰিলে (এটা স্তৰৰ পিছত আন এটা স্তৰ দি) বিভিন্ন ধাপৰ (batch) ট্ৰেনজিষ্টৰৰ মাজত সিহঁতৰ পাৰদৰ্শিতা বা কাৰ্য-কুশলতাৰ পাৰ্থক্য থাকি যায়। ট্ৰেনজিষ্টৰবোৰ উৎপাদন কৰি সিহঁতৰ নিৰ্ণীত বৈদ্যুতিক অভিলক্ষণবোৰৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি বিভিন্ন ভাগত ভাগ কৰা হৈছিল। এই ধৰণৰ সন্ধি ট্ৰেনজিষ্টৰ দীৰ্ঘ সময়ৰ বাবে ব্যৱহৃত হৈ থাকিলেহেঁতেন, কিন্তু সমতলীয় প্ৰযুক্তিৰ উদ্ভাৱনে সেইটো হ'বলৈ নিদিলে।

সমতলীয় প্ৰযুক্তি

উনৈশশ চৌৱন্ন চনত টেক্সাছ ইন্সট্ৰুমেণ্টছ্ নামৰ প্ৰতিষ্ঠান এটাৰ বিজ্ঞানীসকলে ট্ৰেনজিষ্টৰ উৎপাদন প্ৰক্ৰিয়াৰ প্ৰথম গুৰুতৰ ধাৰণাগত পৰিৱৰ্তন সাধন কৰিলে। তেওঁলোকে অৰ্ধপৰিবাহী হিচাপে ছিলিকনৰ ব্যৱহাৰ আৰম্ভ কৰিলে আৰু প্ৰথমটো ছিলিকন ট্ৰেনজিষ্টৰ প্ৰস্তুত কৰিলে। অৰ্ধপৰিবাহী হিচাপে ছিলিকনৰ শ্ৰেষ্ঠতা ইতিমধ্যে সৰ্বজনস্বীকৃত হৈছিল। বিজ্ঞানীসকলে এটা কোম্পানী এৰি আন এটা কোম্পানীত চাকৰি কৰিবলৈ যোৱাৰ ফলত বা নিজাববীয়াকৈ নতুন কোম্পানী খোলাৰ ফলত ছিলিকনৰ ক্ৰিষ্টেল গঠন কৰা আৰু অশুদ্ধ কৰাৰ প্ৰযুক্তি সোনকালেই অন্যান্য গৱেষণাগাৰলৈকো বিয়পি পৰিল। তথাপি, ছিলিকনৰ ওপৰত পাতল অক্সাইডৰ স্তৰ গঠন কৰিব পৰা প্ৰযুক্তিৰ বিকাশেহে প্ৰকৃততে ছিলিকন যুগৰ সূচনা কৰিলে। পৰৱৰ্তী পৰ্যায়ৰ বিকাশমূলক কামটো হ'ল এই স্তৰবোৰৰ মাজেদি খোলা খিৰিকী (ছিদ্ৰ)ৰ ব্যৱস্থা কৰা, যাতে প্ৰত্যক্ষভাৱে ছিলিকন স্তৰলৈ বিশেষ অপদ্ৰব্যবোৰৰ ব্যাপন ঘটাব পৰা যায়।

এই অক্সাইড স্তৰবোৰৰ চাৰিটা প্ৰধান সুবিধা আছে। প্ৰথমতঃ, এনে ধৰণৰ স্তৰ

চিত্ৰ 6.1 : (বাঁওফালে) ছিলিকনৰ ওপৰত পাতল অক্সাইড স্তৰৰ গঠন, (সোঁফালে) ছিলিকনৰ সমতলীয় প্ৰছেছিঙৰ বুনিয়াদী কথাবোৰ।

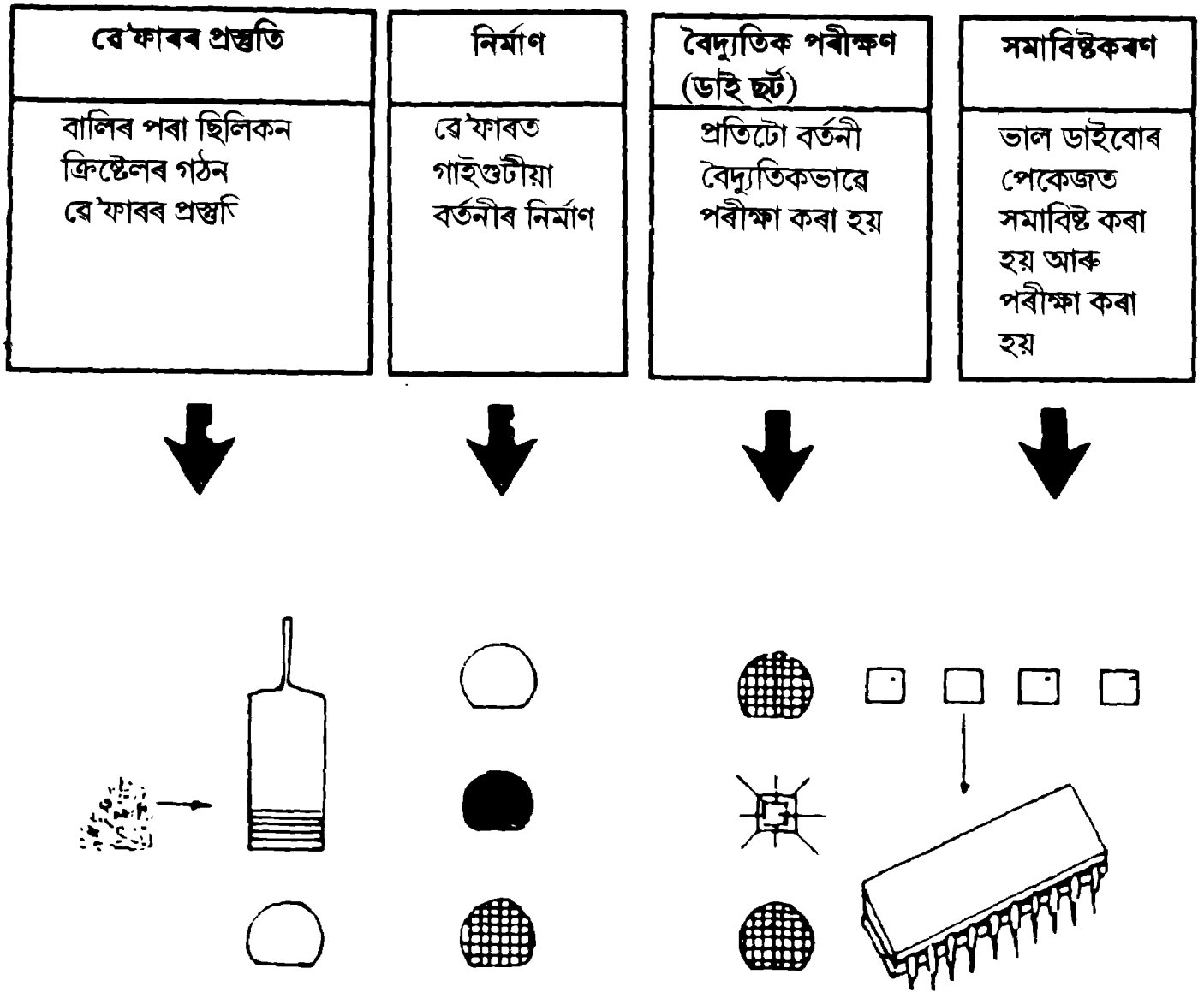
গঠন কৰাটো সহজসাধ্য। ছিলিকনক যেতিয়া আৰ্দ্ৰ বায়ুৰ পৰিবেশত তপতোৱা হয়, তেতিয়া ইয়াৰ পৃষ্ঠত ছিলিকন ডাই-অক্সাইডৰ পাতল স্তৰ এটা গঠিত হৈ পৰে। দ্বিতীয়তঃ, অক্সাইডৰ তাপীয় প্ৰসাৰণৰ সূচাংক ছিলিকনৰ সৈতে একে। এই কথাটোৱে অক্সাইডৰ স্তৰটোৰ ভাঁজ নোহোৱাকৈ উচ্চ উষ্ণতাত ছিলিকনৰ প্ৰছেছিং সম্ভৱ কৰি তোলে। তৃতীয়তঃ, ই বিদ্যুতৰ অতি উত্তম কু-পৰিবাহী। আৰু চতুৰ্থতঃ, ই অশুদ্ধিবোৰক ইয়াৰ মাজেৰে ছিলিকনলৈ ব্যাপন ঘটাত বাধা প্ৰদান কৰে। সৰ্বোপৰি, অক্সাইডবিধ মছ্ আহিলা তৈয়াৰ কৰাৰ ক্ষেত্ৰত অতি উপযোগী, আজিকালি উৎপাদন কৰা আহিলাবোৰৰ ভিতৰত যি বিধ আটাইতকৈ জনপ্ৰিয়।

প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ড তৈয়াৰ কৰাৰ কৌশলৰ সৈতে যথেষ্ট মিল থকা প্ৰযুক্তি ব্যৱহাৰ কৰি, অৰ্থাৎ ফটোৰেজিষ্ট, ফটোগ্ৰাফিক মাস্ক, ৰাসায়নিক নক্সাকৰণ পদ্ধতি ইত্যাদি ব্যৱহাৰ কৰি অক্সাইড স্তৰৰ মাজেৰে বিচৰা ধৰণৰ আকাৰ আৰু আকৃতিৰ ছিদ্ৰ (যাক খিৰিকী বুলি কোৱা হয়) প্ৰস্তুত কৰা সম্ভৱ। এই খিৰিকীবোৰৰ মাজেৰে অৰ্ধপৰিবাহীটোৰ সঠিক স্থান বা অঞ্চলত অশুদ্ধিবোৰৰ ব্যাপন ঘটাব পাৰি। আন এটা স্তৰ গঠন কৰি আৰু যি ঠাইতে প্ৰয়োজন সেই ঠাইতে খিৰিকী প্ৰস্তুত কৰি এই প্ৰক্ৰিয়াটো পুনঃ পুনঃ সমাধা কৰিব পাৰি। ট্ৰেনজিষ্টৰ নিৰ্মাণৰ বেলিকা এই প্ৰক্ৰিয়া কেইবাবাৰো সমাধা কৰিব পাৰি। মনত ৰাখিবলগীয়া এটা আকৰ্ষণীয় কথা হ'ল এই গোটেই সংক্ৰিয়াবোৰ ছিলিকনৰ এটা পৃষ্ঠতহে সম্পন্ন কৰা হয়। সেয়ে, এই গোটেই প্ৰক্ৰিয়াটো 'সমতলীয় প্ৰযুক্তি' (planar technology) নামেৰে জনাজাত হৈ পৰে। প্ৰিণ্টেড

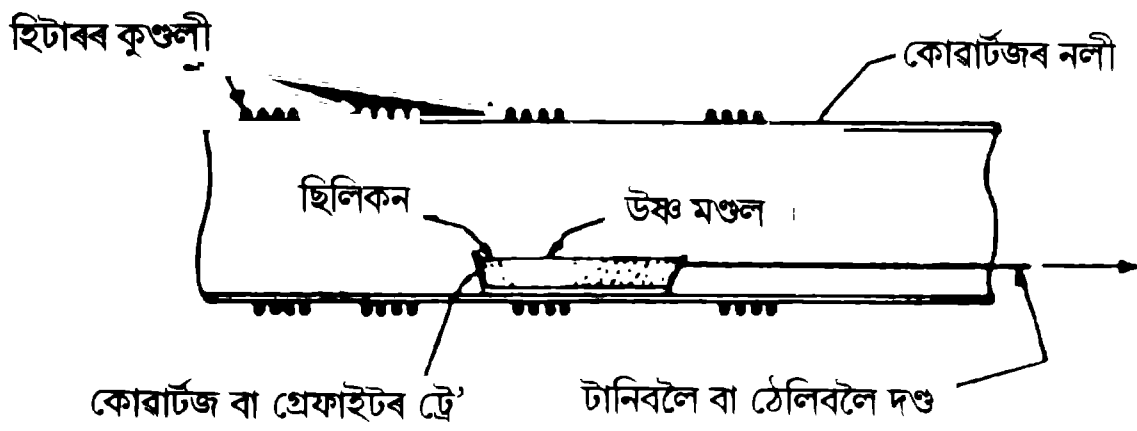
চাৰ্কিট বোৰ্ড প্ৰস্তুতকৰণৰ সৈতে জড়িত প্ৰক্ৰিয়াবোৰৰ সৈতে সাদৃশ্য থকা সত্বেও, সূক্ষ্মতাবোৰ একেবাৰে বেলেগ। ট্ৰেনজিষ্টৰ প্ৰস্তুতিৰ ক্ষেত্ৰত গোটেই সংক্ৰিয়াবোৰ ছিলিকন ৱে'ফাৰটোৰ পৃষ্ঠৰ তেনেই সৰু অঞ্চল এটাত সম্পাদন কৰা হয় আৰু সম্পূৰ্ণ হৈ উঠা ট্ৰেনজিষ্টৰ বা ফেটবোৰ চাবলৈ অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰৰ প্ৰয়োজন হয়।

সমতলীয় প্ৰযুক্তিৰে ট্ৰেনজিষ্টৰ নিৰ্মাণৰ বাবে অতি বিশুদ্ধ ছিলিকনৰ আৱশ্যক হয়। বোকা মাটি, বালি আৰু ছিলিকাত ছিলিকন পোৱা যায়। বস্তুতঃ, আমাৰ চাৰিওফালে ছিলিকন আছে আৰু পৃথিৱীৰ পৃষ্ঠভাগৰ শতকৰা 25 ভাগ ছিলিকনেৰে গঠিত। ছিলিকনৰ যৌগবোৰৰ পৰা ৰাসায়নিক পদ্ধতিৰে ধাতুবৈজ্ঞানিক মানসম্পন্ন ছিলিকন ধাতু নিষ্কাষণ কৰা হয়। এই অৱস্থাত ছিলিকনৰ বিশুদ্ধতা শতকৰা 98 ভাগৰো অধিক হয়। ধাতুবৈজ্ঞানিক প্ৰয়োগৰ বাবে এই বিশুদ্ধতাই যথেষ্ট, বিশেষকৈ তীখা সংকৰ প্ৰস্তুতিৰ বাবে গলিত লোৰ সৈতে যোগ কৰিবলৈ ই উপযুক্ত; কিন্তু সমতলীয় ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু ফেট নিৰ্মাণৰ বাবে এই বিশুদ্ধতা যথেষ্ট নহয়।

ছিলিকনক আৰু অধিক বিশুদ্ধ কৰিবলৈ বিশেষ চুল্লীত ঔদ্যোগিক মানসম্পন্ন ছিলিকনৰ ধাতুখণ্ড ঢলা হয়। এটা আৱেশ হিটাৰৰ কুণ্ডলীৰ মাজেৰে ইয়াক একান্তৰভাৱে এবাৰ হেঁচা হয় আৰু এবাৰ টনা হয়। এই যন্ত্ৰবিধ ৰূপান্তকৰ দৰে, ইয়াৰ গৌণ কুণ্ডলীয়ে হিটাৰৰ কাম কৰে। এই হিটাৰটোৱে প্ৰায় 400,000 হাৰ্টজ মানৰ উচ্চ কম্পনাংকত কাম কৰে। এই কম্পনাংকত কুণ্ডলীৰ চৌম্বিক ক্ষেত্ৰখনে আৱেশ ক্ৰিয়াৰ জৰিয়তে 'চাকনৈয়া প্ৰবাহ' (eddy current)-ৰ সৃষ্টি কৰে আৰু এই প্ৰবাহ ছিলিকনৰ ধাতুখণ্ডৰ মাজেৰে প্ৰবাহিত হৈ তাক তপতাই তোলে। একে সময়তে গোটেই পদাৰ্থটো তপত হৈ উঠা অন্য চুল্লীৰ বিপৰীতে আৱেশ হিটাৰে কুণ্ডলীৰ ভিতৰলৈ অহা অংশটোহে উত্তপ্ত কৰি তোলে আৰু এই অংশটোৰ গলন হয়। ধাতুখণ্ডৰ বাকী অংশ গোটা অৱস্থাতে থাকে (যদিও উষ্ণ)। ধাতুখণ্ডটো আগলৈ আৰু পিছলৈ অনা নিয়া কৰি থাকোতে যিটো অংশ গলি তৰল অৱস্থা পায় সেই অংশটো ক্ৰমে দণ্ড ডালৰ এটা মূৰৰ পৰা আনটো মূৰলৈ গতি কৰে।

অপদ্ৰব্য পৰমাণুবোৰৰ এনে এটা ধৰ্ম আছে যাৰ ফলস্বৰূপে সিহঁতে ছিলিকন ধাতুখণ্ডৰ গোটা অংশৰ পৰিৱৰ্তে গলিত অংশটোলৈ গতি কৰে। গতিকে গলিত মণ্ডলটো এটা মূৰৰ পৰা আনটো মূৰলৈ গতি কৰাৰ ফলত অধিকাংশ অপদ্ৰব্যই দণ্ড ডালৰ দুটা মূৰত গোট খায়। এই প্ৰক্ৰিয়াটো কেইবাবাৰো সম্পন্ন কৰাৰ পিছত ধাতুখণ্ডৰ মধ্যাংশত অপদ্ৰব্য একেবাৰে নথকা হয়গৈ। দুয়োটা মূৰ তেতিয়া কাটি পেলোৱা হয় আৰু পুনৰ চুল্লীত ঢলা হয়। মধ্যাংশটো অত্যন্ত বিশুদ্ধ হয় আৰু ইয়াক 'ইলেকট্ৰনিক মানসম্পন্ন ছিলিকন' (electronic grade silicon) বুলি কোৱা হয়; ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু চিপ নিৰ্মাণৰ বাবে ই অতিশয় উপযুক্ত। এই গোটেই ব্যৱস্থাটোক **'মণ্ডল বিশুদ্ধিকৰণ'** (zone refinement) বোলা হয়। সমন্বিত বৰ্তনী নিৰ্মাণৰ বাবে

চিত্ৰ 6.2 : সমন্বিত বৰ্তনীৰ নিৰ্মাণৰ ক্ৰমবোৰ।

আৱশ্যকীয় অতি বিশুদ্ধ ছিলিকন প্ৰস্তুত কৰাৰ ইয়েই আটাইতকৈ সুবিধাজনক উপায়।

মণ্ডল বিশুদ্ধিকৰণৰ জৰিয়তে পোৱা ছিলিকন ৰাসায়নিকভাৱে বিশুদ্ধ; কিন্তু যদি অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰেৰে ইয়াক নিৰীক্ষণ কৰা হয় তেন্তে অসংখ্য ক্ষুদ্ৰ ক্ষুদ্ৰ ক্ৰিষ্টেল যাদৃচ্ছিকভাৱে সিঁচৰতি হৈ থকা দেখা পোৱা যায়। গতিকে পৰৱৰ্তী কামটো হ'ল এই ক্ষুদ্ৰাকৃতিৰ ক্ৰিষ্টেলবোৰক বল প্ৰয়োগ কৰি শাৰীবদ্ধ কৰা আৰু এটা একক ক্ৰিষ্টেল তৈয়াৰ কৰা। এশ বছৰৰো আগেয়েই বিকাশ সাধন ঘটোৱা এটা পদ্ধতিৰে এনেকুৱা বিশাল আকৃতিৰ একক ক্ৰিষ্টেল গঠন কৰিব পাৰি। এই পদ্ধতি 'চিজেদ' (CZ) পদ্ধতি নামেৰে জনপ্ৰিয়। মণ্ডল বিশুদ্ধিকৰণৰ জৰিয়তে পোৱা ছিলিকন এটা চীনা মাটিৰ পাত্ৰত (মহী) গলি যোৱা পৰ্যন্ত তপতোৱা হয়। বীজ ক্ৰিষ্টেল (seed crystal) নামেৰে পৰিচিত এটা সৰু একক ক্ৰিষ্টেল ইয়াত আংশিকভাৱে বুৰাই দিয়া হয়। গলিত অংশৰ উষ্ণতা অতি যত্ন সহকাৰে নিয়ন্ত্ৰণ কৰা হয় আৰু তাৰ লগে লগে তাৰ পৰা বীজ ক্ৰিষ্টেলটো খুব লাহে লাহে তুলি ধৰা হয়। প্ৰায় 8 কিলোগ্ৰাম ওজনৰ এটা ডাঙৰ একক ক্ৰিষ্টেল পাবলৈ বীজ ক্ৰিষ্টেলটো এইদৰে আঠ ঘণ্টামান সময় ধৰি লাহে লাহে তুলি আনিব লাগে।

চিত্ৰ 6.3 : মণ্ডল বিশুদ্ধকৰণ।

এইদৰে 150 মিলিমিটাৰ পৰ্যন্ত ব্যাস বিশিষ্ট একক ক্ৰিষ্টেল গঠন কৰাটো সম্ভৱ।

ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু সমন্বিত বৰ্তনী নিৰ্মাণ প্ৰক্ৰিয়াৰ আৰম্ভণিতে প্ৰথমে ছিলিকনৰ বৃহৎ একক ক্ৰিষ্টেল এটাক ৰুটি কটাৰ দৰে চকলাচকলকৈ কটাৰ প্ৰয়োজন। ৰুটি কটাৰ সৈতে ইয়াৰ পাৰ্থক্যটো এয়ে যে ৰুটি তেনেই কোমল পদাৰ্থৰে গঠিত আৰু তীখাৰ কটাৰী এখনেৰে এই কাম সুচাৰুৰূপে সমাধা কৰিব পাৰি। কিন্তু ছিলিকন অতিশয় কঠিন আৰু লগতে ঠুনুকা। ছিলিকন ক্ৰিষ্টেল কাটিবলৈ খুব উচ্চ বেগত ঘূৰি থকা এখন হীৰাখচিত কৰতৰ প্ৰয়োজন হয়। পাতল চকলাবোৰক 'ৱে'ফাৰ' (wafer) বুলি কোৱা হয় আৰু ইহঁতৰ বেধ 1 মিলিমিটাৰতকৈও কম। ইয়াৰ পাছত এই ঘূৰণীয়া ৱে'ফাৰবোৰ খুব সাৱধানেৰে নিমজ কৰা হয় যাতে সিহঁতৰ পৃষ্ঠভাগত কোনো দাগ নাথাকে। হীৰাৰ কণিকাৰে গঠিত এই নিমজকাৰক পদাৰ্থ ৱে'ফাৰটোৰ দুয়োখন পৃষ্ঠতে প্ৰয়োগ কৰা হয়। স্বয়ংক্ৰিয় নিমজকাৰক যন্ত্ৰত এই পৃষ্ঠবোৰ এনেদৰে ঘঁহা হয় যাতে সেইবোৰ সমান আৰু মিহি হৈ পৰে। এই কামটো খুব সূক্ষ্মাতিসূক্ষ্মভাৱে সম্পন্ন কৰা প্ৰয়োজন, কিয়নো ইয়াত যিবোৰ আহিলা তৈয়াৰ কৰিব লাগে সেইবোৰৰ জোখ মাত্ৰ 6 মাইক্ৰনৰ পৰা 10 মাইক্ৰনৰ ভিতৰত। কাৰ্যতঃ দেখা যায় যে নিমজ কৰাৰ পিছত ৱে'ফাৰবোৰ নিখুঁত একোখন দাপোণ হেন হৈ পৰে!

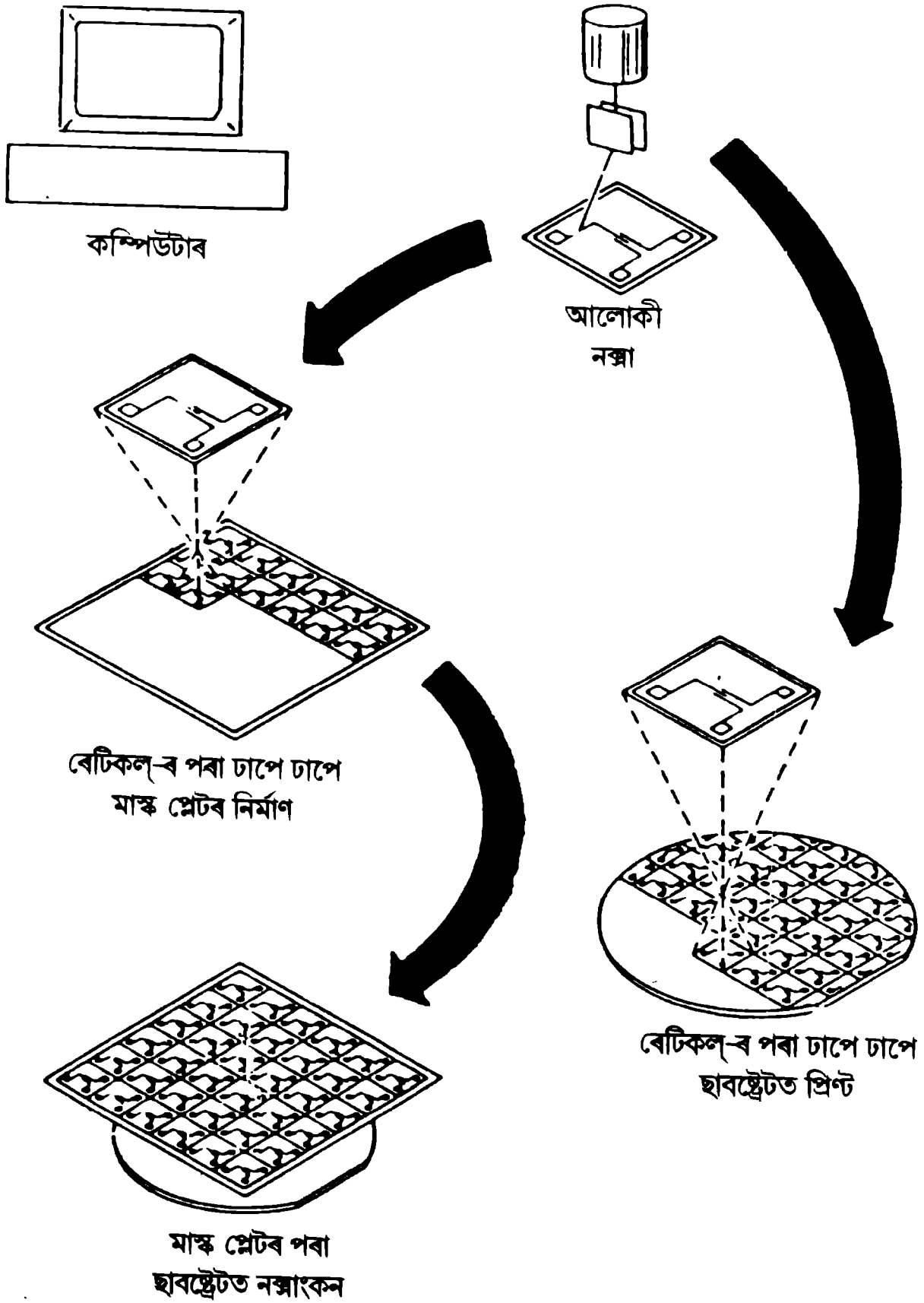
সমান আৰু নিমজ কৰা ৱে'ফাৰটোক বুনিয়াদ হিচাপে লৈ ইয়াৰ পৃষ্ঠত উচ্চ মানসম্পন্ন ছিলিকনৰ এটা পাতল তৰপ প্ৰস্তুত কৰা হয়। এই তৰপটোক 'এপিটেক্সিয়েল' (epitaxial) তৰপ বুলি কোৱা হয়। সমতলীয় প্ৰযুক্তিৰ সহায়ত আহিলাবোৰ নিৰ্মাণ কৰাৰ আগতে এইটো এটা অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ পদক্ষেপ। 'এপিটেক্সিয়েল' শব্দটোৰ অৰ্থ এয়ে যে নতুন ছিলিকন তৰপটোৰ ক্ৰিষ্টেল দিক্‌বিন্যাস আৰু গঠন মূল ৱে'ফাৰটোৰ সৈতে একে (যিটো একক ক্ৰিষ্টেলটোৰ পৰা কাটি লোৱা এটা চকলা)। এপিটেক্সিয়েল তৰপ গঠন কৰাৰ কেইবাটাও বিভিন্ন ধৰণৰ উপায় আছে। আটাইতকৈ সাধাৰণ উপায়টো হ'ল ৱে'ফাৰটোক এটা চুল্লীৰ ভিতৰত হাইড্ৰোজেন আৰু গেচীয় ছিলিকন ৰসায়নৰ মাজত উন্মুক্ত কৰা। তপত অঞ্চলটোত ৰসায়নবিধৰ বিভংগন হয় আৰু

ৱে'ফাৰটোৰ ওপৰত বিশুদ্ধ ছিলিকন জমা হৈ ইয়াৰ পৃষ্ঠত ক্ৰিষ্টেলৰ এটা পাতল তৰপ গঠন কৰে। নতুন ছিলিকন পৰমাণুবোৰে ৱে'ফাৰটোৰ মূল পৰমাণুবোৰৰ সৈতে যথাযথভাৱে শাৰীবদ্ধ কৰে।

অতি সম্প্ৰতি ইয়াৰ বিকল্প হিচাপে 'মলিকিউলাৰ বীম এপিটেক্সি' (Molecular Beam Epitaxy, চমুকৈ MBE)-ৰ আগমন ঘটিছে। এই ব্যৱস্থাত এটা জমা কক্ষ থাকে যিটো অতি নিম্ন চাপত ৰখা হয়। এই কক্ষটোৰ ভিতৰৰ এটা কোষত ৱে'ফাৰটোৰ ওপৰত জমা কৰিবলগীয়া পদাৰ্থবিধৰ এটা বিশুদ্ধ নমুনা ৰখা হয়। এই কোষটোৰ ওপৰত উচ্চ শক্তি সম্পন্ন ইলেকট্ৰনৰ কিৰণ এটা পৰিবলৈ দিয়া হয় (ফিলামেণ্ট এটাৰ পৰা), যি ইয়াক উত্তপ্ত কৰি তোলে। নমুনাটোৰ পৰমাণুবোৰ বাষ্পীভূত হৈ ৱে'ফাৰটোৰ ওপৰত জমা হয়। এই পৰমাণুবোৰে ৱে'ফাৰত ইতিমধ্যে থকা পৰমাণুবোৰৰ দিক্‌বিন্যাস নিৰ্ভুলভাৱে গ্ৰহণ কৰে আৰু এপিটেক্সিয়েল তৰপ এটা গঠন কৰে। এই পদ্ধতিৰ এটা অতিৰিক্ত সুবিধা হ'ল জমা কক্ষত কেইবাটাও কোষ ব্যৱহাৰ কৰি আৰু তাৰে কিছুমানত অপদ্ৰব্য ৰাখি ৱে'ফাৰটোৰ পৃষ্ঠত অশুদ্ধিযুক্ত এপিটেক্সিয়েল তৰপো গঠন কৰিব পাৰি। অপদ্ৰব্য আৰু ছিলিকনৰ দুয়োটা কোষ একে সময়তে তপতাব পাৰি আৰু ৱে'ফাৰ পৃষ্ঠখনত সঠিক পৰিমাণৰ অপদ্ৰব্যৰে এপিটেক্সিয়েল তৰপ গঠন কৰিব পাৰি।

সমতলীয় প্ৰযুক্তিৰ লক্ষ্য হ'ল ছিলিকনৰ কিছুমান সুনিৰ্দিষ্ট অঞ্চলত ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়া সম্পাদন কৰাত সহায় কৰা। ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়া আৰম্ভ কৰাৰ আগতে এই অঞ্চলবোৰ সঠিকভাৱে চিনাক্ত কৰা প্ৰয়োজন। যিহেতু হেজাৰ বিজাৰ ট্ৰেনজিষ্টৰ বা আই চি একে সময়তে প্ৰস্তুত কৰা হয়, গতিকে কিমান পৰিশুদ্ধভাৱে এই অঞ্চলবোৰৰ স্থানাংক নিৰ্ণয় কৰা প্ৰয়োজন সেই কথা সহজেই অনুমান কৰিব পাৰি। ঠিক প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডৰ দৰেই প্ৰথমতে বিভিন্ন অঞ্চলবোৰৰ নক্সা প্ৰস্তুত কৰি ল'ব লাগে। এই নক্সাবোৰত প্ৰকৃত গাঁথনিৰ প্ৰতিটো সূক্ষ্মতা অন্তৰ্ভুক্ত কৰা হয় ঃ N-বিধৰ অঞ্চল, P-বিধৰ অঞ্চল, অক্সাইড, ধাতুযুক্তকৰণ—এই আটাইবোৰৰ স্থান অন্তৰ্ভুক্ত কৰা হয়। যি কোনো সংশোধন বা চানেকীৰ পৰিৱৰ্তন এইটো পৰ্যায়তে সম্পন্ন কৰা প্ৰয়োজন। প্ৰস্তুত কৰা নক্সাৰ আধাৰত প্ৰকৃত আহিলাটোৰ কাৰ্যকুশলতা কেনেকুৱা হ'ব সেইটো অনুকৰণ কৰি চাবলৈ কম্পিউটাৰ প্ৰগ্ৰেমো আছে। এই নক্সাবোৰৰ আধাৰত নিৰ্মিত আহিলাবোৰৰ বৈদ্যুতিক অভিলক্ষণবোৰ ঠিক কেনেকুৱা হ'ব সেই সম্পৰ্কে এই অনুকৰণবোৰে ভৱিষ্যৎবাণী কৰিবও পাৰে। যিহেতু এইটো এটা অতিশয় সূক্ষ্ম কাম, আৰু কোনো ধৰণৰ ভুল-ভ্ৰান্তি হ'বলৈ দিব নোৱাৰি, গতিকে এনে নক্সাবোৰ প্ৰস্তুত কৰোঁতেও কম্পিউটাৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই প্ৰগ্ৰেমবোৰক 'কম্পিউটাৰ-এইডেড ডিজাইন' বা কেড (CAD) বুলি কোৱা হয়। উল্লেখযোগ্য যে এইবোৰে উৎপাদন ব্যৱস্থাৱলীৰ দক্ষতাকো হিচাপত ধৰিহে চানেকীবোৰ নিৰ্ণয় কৰে। নক্সা আৰু উৎপাদন ব্যৱস্থাৱলীৰ মাজত সামঞ্জস্য থকা অতি প্ৰয়োজন। যদি উৎপাদন ব্যৱস্থাই 5 মাইক্ৰনৰ পৰিশুদ্ধতাহে প্ৰদান কৰিব

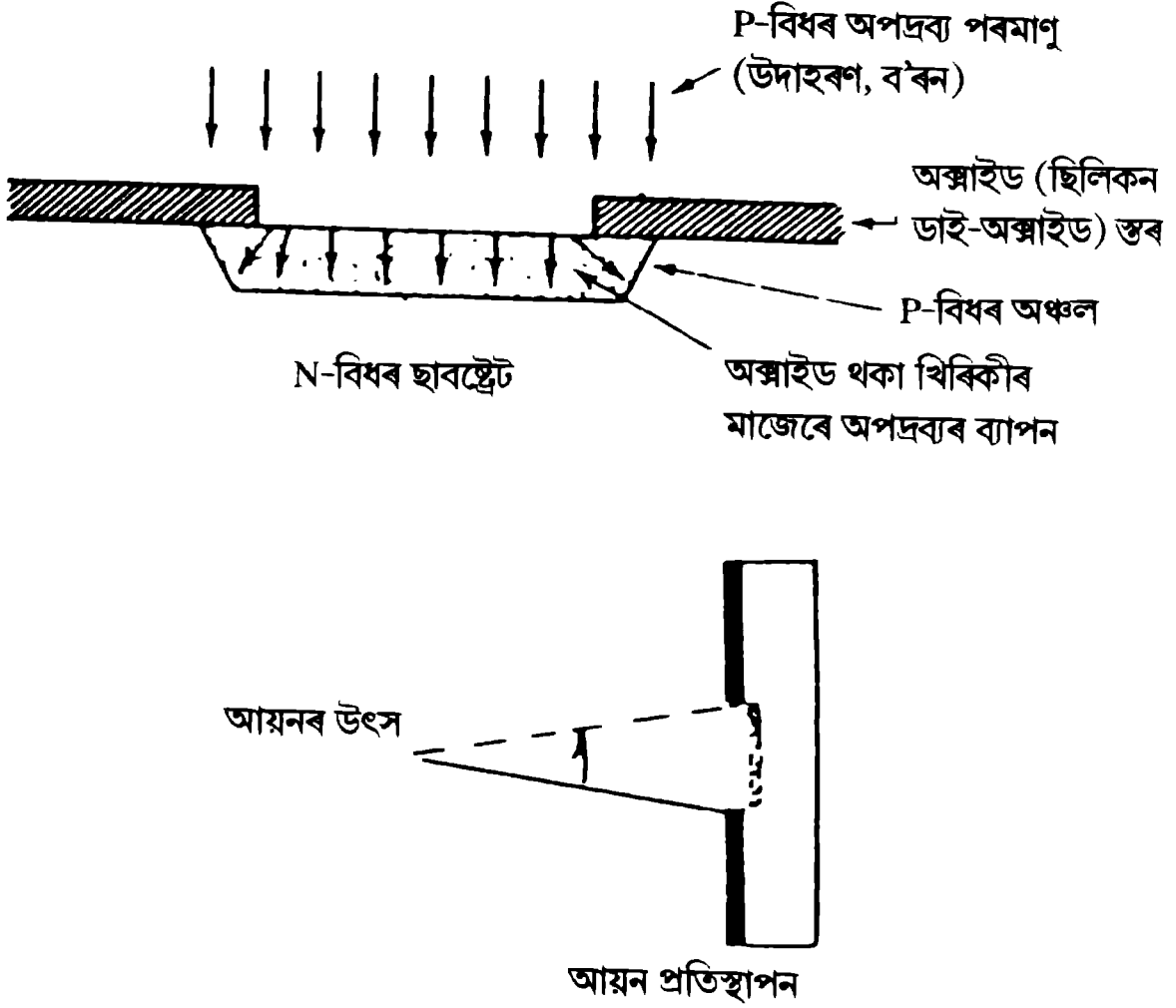
পাৰে, তেন্তে তাতকৈ উচ্চতৰ পৰিশুদ্ধতা-সম্পন্ন চানেকী প্ৰস্তুত কৰাটো অৰ্থহীন। এই পৰ্যায়ত হোৱা ভুল-ভ্ৰান্তি উৎপাদক সকলৰ বিৰাট ক্ষয়-ক্ষতিৰ কাৰণ হ'বগৈ পাৰে।

নক্সা প্ৰস্তুত হোৱাৰ পিছত ফটোগ্ৰাফিক প্লেটত ওচৰা-ওচৰিকৈ সিহঁতৰ বহুতো ফটোগ্ৰাফ লোৱা হয়। আনহাতে, যদি কম্পিউটাৰ প্ৰগ্ৰেমৰ সহায়ত লে'আউট প্ৰস্তুত কৰা হয়, তেন্তে কম্পিউটাৰৰ সহায়তেই প্ৰবলভাৱে নিবিষ্ট পোহৰৰ কিৰণ ব্যৱহাৰ

চিত্ৰ 6.4 : ছাবষ্ট্ৰেটত ৰেটিকল্-ৰ নক্সাটো পুনঃপুনঃ উৎপন্ন কৰা হয়, প্ৰত্যক্ষভাৱে বা মাস্ক প্লেটৰ মাধ্যমেৰে।

কৰি ফটোগ্ৰাফিক প্লেটৰ বিভিন্ন অংশত ইয়াৰ বহুতো ফটোগ্ৰাফ ল'ব পৰা যায়। এই উন্মুক্ত প্লেটখনক 'ৰেটিকল' (reticle) বুলি কোৱা হয় আৰু এইখন প্ৰয়োজনীয় আকাৰতকৈ অতি কমেও দহগুণ ডাঙৰ। এই ৰেটিকলবোৰৰ পৰা মাষ্টাৰ বা 'মাস্ক' (গৱেষণাগাৰত সিহঁত এই নামেৰেই পৰিচিত) প্ৰস্তুত কৰা হয়। মাস্ক হ'ল এখন অতিশয় চেপেটা ফটোগ্ৰাফিক প্লেট, যাৰ বেধ মাত্ৰ কেই মিলিমিটাৰমান, আৰু যাৰ এখন পৃষ্ঠ চানেকীৰে পূৰ্ণ হৈ থাকে। এই মাষ্টাৰবোৰৰ পৰা বহুতো কাৰ্যকৰী মাস্ক প্ৰস্তুত কৰা হয়। প্ৰতিটো কাৰ্যকৰী মাস্কতে মাষ্টাৰ নক্সাৰ এশ বা ততোধিক অবিকল প্ৰতিৰূপ থাকে—ৱে'ফাৰটোত নিৰ্মাণ কৰিবলগীয়া প্ৰতিটো আই চি ৰ বাবে একোটাকৈ।

মাস্ক ব্যৱহাৰ কৰাৰ আগতে, ৱে'ফাৰটো অক্সিজেন আৰু বাষ্পৰ পৰিবেশত ৰখা হয় আৰু ইয়াৰ গোটেই পৃষ্ঠতে ছিলিকন ডাই-অক্সাইডৰ এটা পাতল চামনি নপৰালৈকে তপত কৰা হয়। ইয়াৰ পিছত অক্সাইড পৃষ্ঠৰ ওপৰত ফটোৰেজিষ্টৰ সুষম এটা চামনি প্ৰয়োগ কৰা হয়। এইটো পিচিবিৰ ক্ষেত্ৰত ব্যৱহাৰ কৰা প্ৰক্ৰিয়াৰ সৈতে একেই, কেৱল এইক্ষেত্ৰত চামনি বা তৰপটো খুব সুষম হোৱা প্ৰয়োজন আৰু ব্যৱহৃত ৰাসায়নিকবোৰ খুব বিশুদ্ধ হোৱা প্ৰয়োজন। অতিবেঙুনীয়া ৰশ্মি ব্যৱহাৰ কৰি ফটোৰেজিষ্টৰ ওপৰত কাৰ্যকৰী মাস্কৰ এটা লঘুকৃত প্ৰতিচ্ছবি গঠন কৰা হয়। ইয়াৰ পিছত ৱে'ফাৰটো ৰাসায়নিক দ্ৰাৱকেৰে ধুই ফটোৰেজিষ্টৰ উন্মুক্ত নোহোৱা অংশবোৰ আঁতৰাই পেলাব পাৰি। ৱে'ফাৰটো হাইড্ৰোফ্লৰিক এচিডত ধুই উন্মুক্ত হোৱা ছিলিকন ডাই-অক্সাইডখিনি আঁতৰ কৰিব পাৰি। আন এবিধ শক্তিশালী ৰাসায়নিক ব্যৱহাৰ কৰি থাকি যোৱা উন্মুক্ত ফটোৰেজিষ্টখিনি আঁতৰ কৰিব পাৰি আৰু তেতিয়া আমি ছিলিকন ডাই-অক্সাইডে আগুৰি থকা ছিলিকন ছাবষ্ট্ৰেট পৃষ্ঠখন বা 'খিৰিকী'ৰ চানেকীটো পাম। ছিলিকন ডাই-অক্সাইডৰ তৰপটোৰ মাজেৰে সৰু সৰু বিন্ধা বা ছিদ্ৰ পাবলৈ এইটো এটা আওপকীয়া পদ্ধতি যেন লাগিব পাৰে। কিন্তু তথাপি, এইটো এটা অতি কাৰ্যকৰী পদ্ধতি আৰু ই আমাক মাইক্ৰন বা তাতোকৈও উচ্চতৰ নিৰ্ভুলতা লাভ কৰাত সহায় কৰে।

ড'পিং বা অশুদ্ধিযুক্তকৰণ

শত চেষ্টা কৰি সকলো ধৰণৰ অপদ্ৰব্য আঁতৰাই এটা ডাঙৰ একক ক্ৰিষ্টেল গঠন কৰা, ইয়াক ৱে'ফাৰ হিচাপে কটা, আৰু তাৰপিছত সেইবোৰত এপিটেক্সিয়েল চামনি বা তৰপ গঠন কৰাৰ পিছত সৰ্বশেষ কামটো হ'ল সেইবোৰত ইচ্ছাকৃতভাৱে নিয়ন্ত্ৰিত হাৰত অপদ্ৰব্য যোগ কৰাটো! যোগ কৰা অপদ্ৰব্যবোৰ আনুপাতিকভাৱে নিঃসন্দেহে তেনেই সামান্য, কিন্তু সিহঁতে ছিলিকনৰ বিদ্যুৎ পৰিবহন কৰাৰ সামৰ্থ্যৰ অসামান্য পৰিৱৰ্তন সাধন কৰে, আৰু ব্যৱহৃত অশুদ্ধিৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি ইয়াৰ পৰিবহনৰ ধৰণ-কৰণৰো সাল-সলনি ঘটে। অৰ্ধপৰিবাহীটোৰ বিভিন্ন অংশ পূৰ্বনিৰ্ধাৰিত ধৰণে অশুদ্ধ কৰা প্ৰয়োজন, যাতে ট্ৰেনজিষ্টৰ বা আই চি-টো সঠিক বৈদ্যুতিক অভিলক্ষণ

চিত্ৰ 6.5 : (ওপৰত) সমতলীয় জ্যামিতিত ব্যাপন, (তলত) আয়ন প্ৰতিস্থাপন।

সম্পন্ন হয়। এই নিৰ্বাচিত অশুদ্ধিযুক্তকৰণেই সমতলীয় ট্ৰেনজিষ্টৰ তথা চিপ বিপ্লৱৰ প্ৰযুক্তিৰ সঁচাৰ কাঠি।

খিৰিকী বা ছিদ্ৰবোৰৰ মাজেৰে অশুদ্ধি যোগ কৰাৰ এটা সুপ্ৰতিষ্ঠিত পদ্ধতি হ'ল ব্যাপন পদ্ধতি (diffusion)। এই পদ্ধতিত অৰ্ধপৰিবাহীটো এটা চুল্লীত 1100° চেলচিয়াচ উষ্ণতালৈ উত্তপ্ত কৰা হয়। অশুদ্ধিবিধ বাষ্পীয় অৱস্থাত চুল্লীটোলৈ সুমুৱাই দিয়া হয়। ছিদ্ৰবোৰে উন্মুক্ত কৰি ৰখা পৃষ্ঠভাগেৰে এই অশুদ্ধি অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থবিধলৈ ক্ৰমান্বয়ে ব্যাপৃত হৈ পৰে। ছিলিকনলৈ সোমাই যোৱাৰ পিছত ই ক্ৰিষ্টেলটোৰ ওপৰৰ তৰপ বা স্তৰটোৰ অন্তৰংগ অংশ হৈ পৰে। পদাৰ্থবিধলৈ সোমাই যোৱা অশুদ্ধিবোৰৰ ঘনত্ব অশুদ্ধি থকা ৰাসায়নিকবিধৰ গাঢ়তা আৰু ৱে'ফাৰটো উন্মুক্ত কৰি ৰখা সময়ৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে। অপদ্ৰব্যৰ ব্যাপনৰ ফলস্বৰূপেই ছিলিকন ৱে'ফাৰটোত প্ৰয়োজনীয় P-আৰু N-বিধৰ অঞ্চল গঠিত হয়। অক্সাইডৰ স্তৰবোৰে অশুদ্ধিবিধক ছিলিকন স্পৰ্শ কৰাৰ পৰা বাধা দি ৰাখে। কাৰ্যক্ষেত্ৰত আহিলা নিৰ্মাণ কৰাৰ আগতে সাধাৰণতে বৃহৎ সংখ্যক ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়া সম্পাদন কৰা প্ৰয়োজন।

ব্যাপন প্ৰকৃতাৰ্থত ৱে'ফাৰত অপদ্ৰব্যবোৰ সোমাবলৈ সুবিধা কৰি দিয়া এক ৰাসায়নিক প্ৰক্ৰিয়া। অতি সম্প্ৰতি তাপীয় ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়াৰ বিকল্প হিচাপে 'আয়ন প্ৰতিস্থাপন' (ion implantation) নামেৰে এক নতুন কৌশলৰ উদ্ভাৱন কৰা হৈছে।

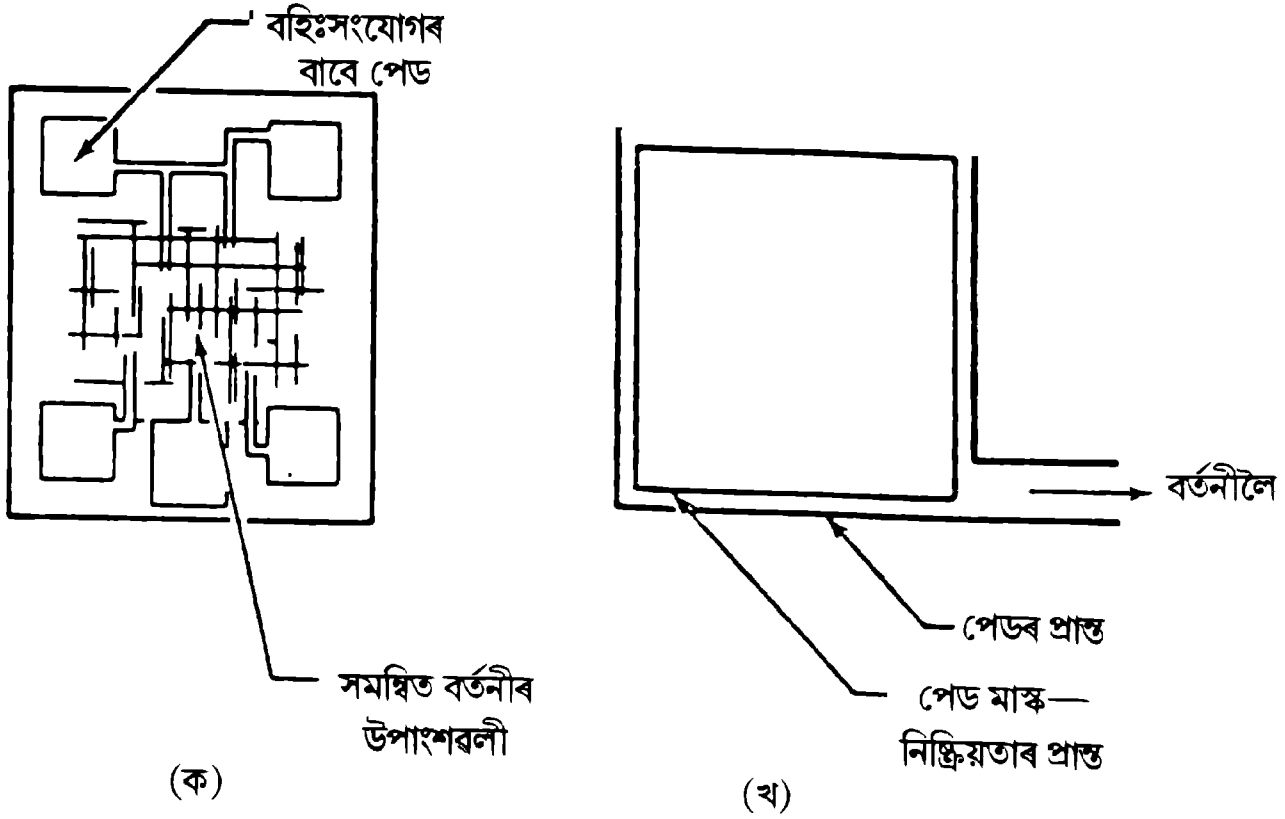
এইটো এটা ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়া, এই অৰ্থত যে ইয়াত উচ্চ বেগত গতি কৰা অপদ্ৰব্যবোৰক পদাৰ্থবিধলৈ ভৌতিকভাৱে ঠেলি দিয়া হয়। ছিলিকনৰ নিৰ্বাচিত অংশত N-বিধ বা P-বিধৰ অঞ্চল সৃষ্টি কৰিবলৈ এই প্ৰক্ৰিয়া ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি। আয়ন প্ৰতিস্থাপনৰ নীতিটো ব্যাখ্যা কৰা এটা ৰিজনি এইদৰে দিব পাৰি—ধৰা এটা পুৰণিকলীয়া কামানে এটা দুৰ্গৰ প্ৰাচীৰলৈ লোৰ বল নিক্ষেপ কৰিছে। বলবোৰক যথেষ্ট পৰিমাণৰ শক্তি প্ৰদান কৰিলে সিহঁতে প্ৰাচীৰ ভেদ কৰিব আৰু তাৰ পৃষ্ঠত লাগি ধৰিব। যদি ইয়াতোকৈ অধিক শক্তি প্ৰদান কৰা হয় তেন্তে বলবোৰে প্ৰাচীৰৰ আৰু অধিক ভিতৰলৈ প্ৰবেশ কৰিব।

আয়ন প্ৰতিস্থাপন প্ৰযুক্তিত প্ৰথমে অপদ্ৰব্যৰ পৰমাণুবোৰ আনয়ন (ionize) কৰা হয়। ইয়াৰ পিছত এখন শক্তিশালী বৈদ্যুতিক ক্ষেত্ৰ ব্যৱহাৰ কৰি সিহঁতক এটা উচ্চ বেগলৈ ত্বৰাণ্বিত কৰা হয়। আয়নৰ এই কিৰণ বা ৰশ্মিবোৰক অশুদ্ধিযুক্ত কৰিবলগীয়া ৱে'ফাৰটোৰ সঠিক অংশলৈ বাহ্যিক স্থিৰ বৈদ্যুতিক লেন্সৰ সহায়ত কেন্দ্ৰীভূত কৰিব পাৰি। ক্ৰিষ্টেলটোলৈ আয়নবোৰ পৃষ্ঠৰ ঠিক তলতে প্ৰবিষ্ট কৰা হয়। আয়ন প্ৰতিস্থাপকৰ সহায়ত N-বিধৰ বা P-বিধৰ অশুৰ্দ্ধিৰে ছিলিকন অশুদ্ধিযুক্ত বা ড'প কৰা প্ৰযুক্তি কৌশলে অতি উন্নত অৱস্থা লাভ কৰিছে। জটিল চিপ নিৰ্মাণৰ বেলিকা এই প্ৰযুক্তি বিশেষভাৱে কাৰ্যকৰী।

একোটা সমন্বিত বৰ্তনী নিৰ্মাণ কৰিবলৈ ছিলিকন ৱে'ফাৰত এক বৃহৎ সংখ্যক ট্ৰেনজিষ্টৰ, ডায়'ড আৰু অন্যান্য উপাংশ, যথা, ৰোধ আৰু ধাৰক আদি প্ৰথমে তৈয়াৰ কৰা হয়। তাৰ পিছত এইবোৰৰ মাজত আন্তঃসংযোগ স্থাপন কৰি বৈদ্যুতিকভাৱে উপযোগী চিপ নিৰ্মাণ কৰা হয়।

ধাতুযুক্তকৰণ

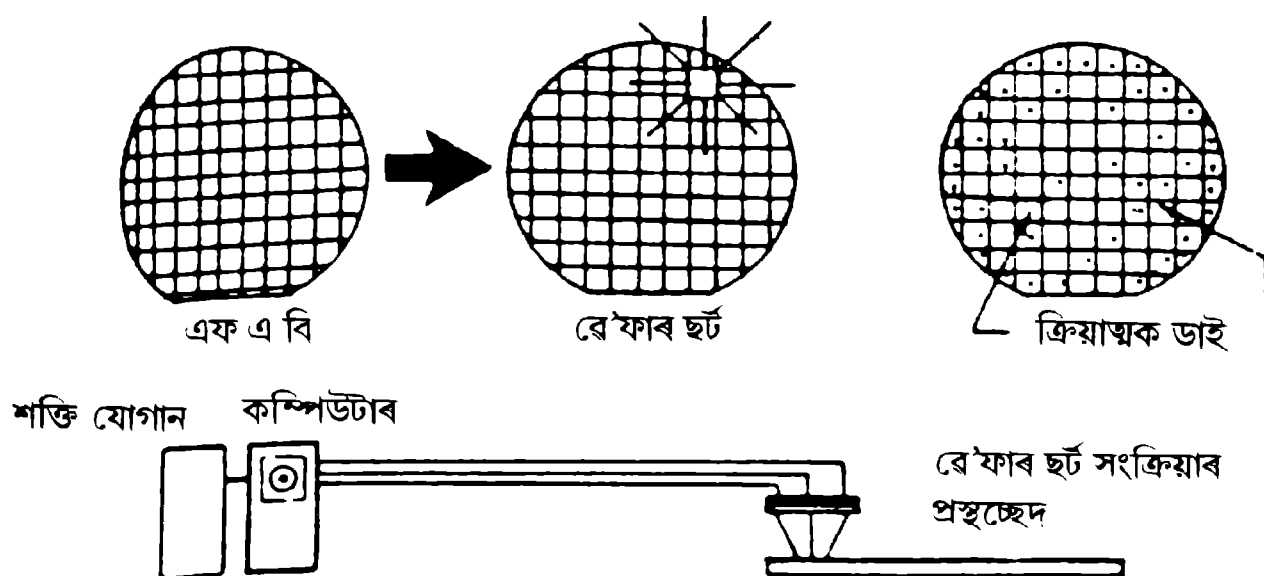
অকলশৰীয়াকৈ থকা অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা এটাৰ কোনো ব্যৱহাৰিক মূল্য নাই। ইয়াক বাহ্যিক বৰ্তনীৰে সৈতে সংযোগ কৰা প্ৰয়োজন। ইয়াৰ অৰ্থ এয়ে যে বৰ্তনী এটাত সংযোগ কৰিবলৈ সুবিধাজনক হ'বলৈ আহিলাবোৰত উচ্চ পৰিবাহিতাৰ বৈদ্যুতিক প্ৰান্ত বা টাৰ্মিনেল কিছুমান যোগ কৰিব লাগিব। সমতলীয় প্ৰযুক্তিত আহিলাবোৰ আৰু ট্ৰেনজিষ্টৰ, ডায়'ড, ৰোধ আদি উপাংশবোৰ ছিলিকন ৱে'ফাৰৰ নিকট-পৃষ্ঠ অঞ্চলতে থাকে। সেয়েহে, সকলো ধাতু সংযোগ আৰু আন্তঃসংযোগ এখন মাত্ৰ পৃষ্ঠতহে জমা কৰিব লাগিব। আই চি-ত ধাতুৰ পাতল ফিল্ম জমা কৰাৰ এটা উপায় হ'ল সঠিক মাস্কিঙৰ সৈতে ধাতুৰ নিৰ্বাত অৱক্ষেপণ (vacuum deposition)।

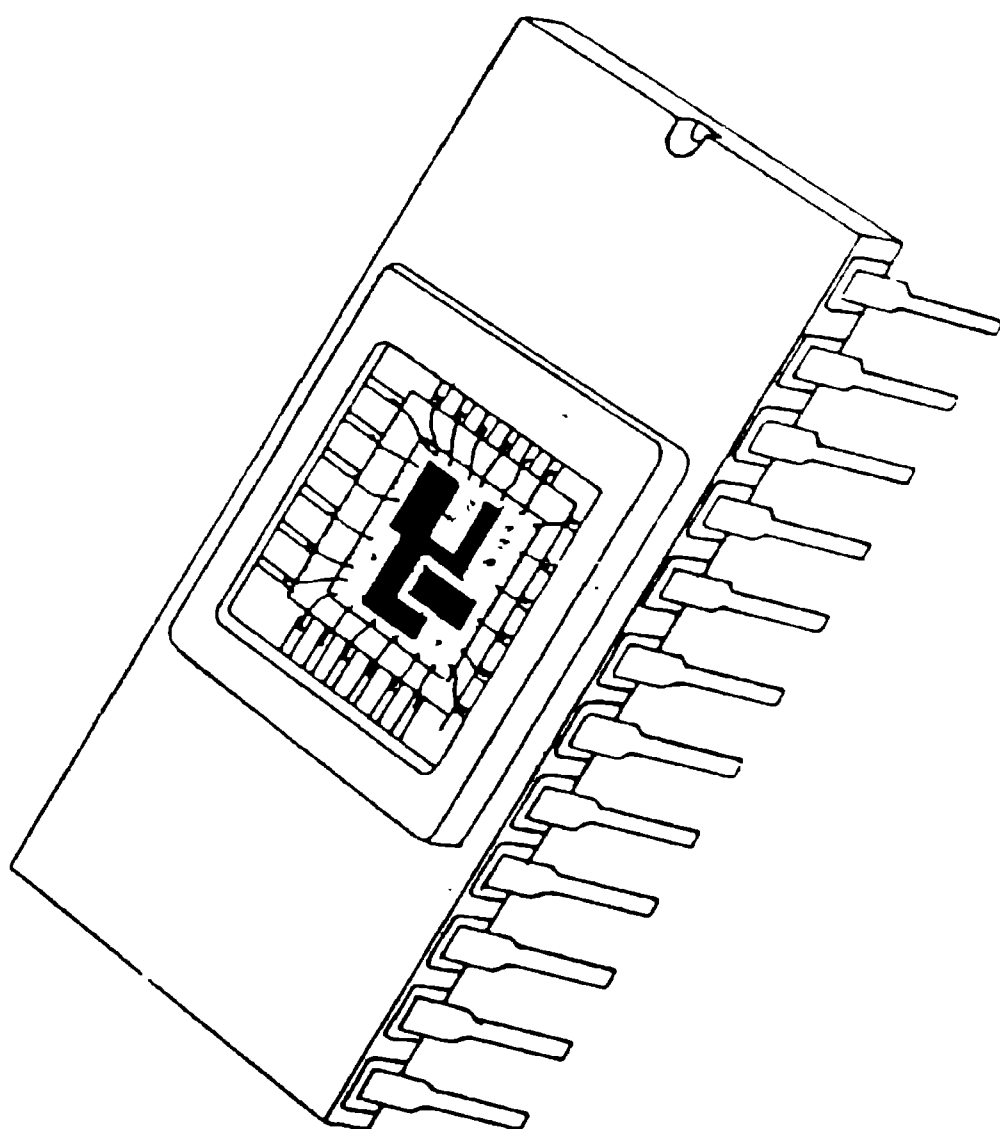
চিপৰ ঘনত্ব বৃদ্ধি কৰাৰ অৰ্থ হ'ল ৱে'ফাৰ পৃষ্ঠত অধিক উপাংশ যোগ কৰা। এইটোৱে আনফালে ধাতুযুক্তকৰণৰ কাৰণে থকা স্থানৰ পৰিমাণ হ্ৰাস কৰে। এনে ক্ষেত্ৰত যিটো পদ্ধতি সাধাৰণতে ব্যৱহাৰ কৰা হয় ·সেইটো হ'ল দ্বৈত বা ত্ৰয়ী স্তৰত

চিত্ৰ 6.6 : পেড মাস্ক ঃ (ক) আহিলাৰ সীমাত পেডৰ সজ্জা, (খ) পেডৰ নিবিড় চিত্ৰ।

ধাতুযুক্তকৰণ কৰা। ছিলিকন ডাই-অক্সাইডৰ চামনি গঠন কৰাৰ পিছত প্ৰয়োজনীয় স্তৰটো স্পৰ্শ কৰাকৈ সৰু সৰু বিন্ধা কৰা হয় আৰু তাৰ পিছত তাৰ পৰা বৈদ্যুতিক সংযোগবোৰ বাহিৰলৈ উলিয়াই অনা হয়।

আন এটা উপায় হ'ল ৱেফাৰটোত ধাতু 'ছটিয়াই' (sputter) দিয়া। এই ক্ষেত্ৰত জমা কৰিব লগীয়া পদাৰ্থবিধেৰে কেথ'ডটো নিৰ্মাণ কৰা হয়। পাত্ৰটোত থকা নিষ্ক্ৰিয় গেচক এটা ফিলামেণ্টৰ পৰা নিৰ্গত ইলেকট্ৰনে আনয়ন কৰে। এই আয়নবোৰক কেথ'ড অভিমুখে ত্বৰান্বিত কৰা হয় আৰু সিহঁতে যথেষ্ট উচ্চ শক্তিৰে কেথ'ডত খুন্দা মাৰে। কেথ'ডটোৰ পৰা পৰমাণুবোৰ সকলো দিশতে ছিটিকি পৰি ৱেফাৰটোত জমা হৈ পৰে।

বৈদ্যুতিক পৰীক্ষণ আৰু ডাই ছ্ৰ্ট

ধৰা, আমি গোটেই প্ৰক্ৰিয়াটো সমাপ্ত কৰিলোঁ আৰু এতিয়া ৱেফাৰটোত এশটামান ট্ৰেনজিষ্টৰ বা চিপ আছে। এই আহিলাবোৰক প্ৰতিটোৰে বহিঃসীমাৰ ওচৰত থকা সংযোগ স্থলীবোৰলৈ সৰু সৰু সন্ধানী যন্ত্ৰ (probe) কিছুমান আনি আনি সিহঁতক বৈদ্যুতিকভাৱে পৰীক্ষা কৰা হয়। কম্পিউটাৰ-চালিত স্বয়ংক্ৰিয় পৰীক্ষা যন্ত্ৰই প্ৰতিটো আহিলাক তাৰ বাবে নিৰ্ধাৰিত পৰীক্ষাৱলীৰ মাজেৰে যাবলৈ দি তৎক্ষণাৎ আহিলাটো গ্ৰহণযোগ্য নে পৰিত্যক্ত সেই সিদ্ধান্ত গ্ৰহণ কৰে। গ্ৰহণীয় মানৰ তলৰ আহিলাবোৰত একোটা চিয়াঁহীৰ দাগ দিয়া হয়। তাৰ পিছত এটা হীৰা-খচিত জোঙা অস্ত্ৰৰ সহায়ত ৱেফাৰটোত কেইবাটাও পাৰ্শ্বীয় ছেদন প্ৰদান কৰা হয় যাতে আহিলাবোৰ পৃথক কৰিব

চিত্ৰ 6.7 : কম্পিউটাৰৰ সহায়ত ৰে'ফাৰ ছৰ্ট।

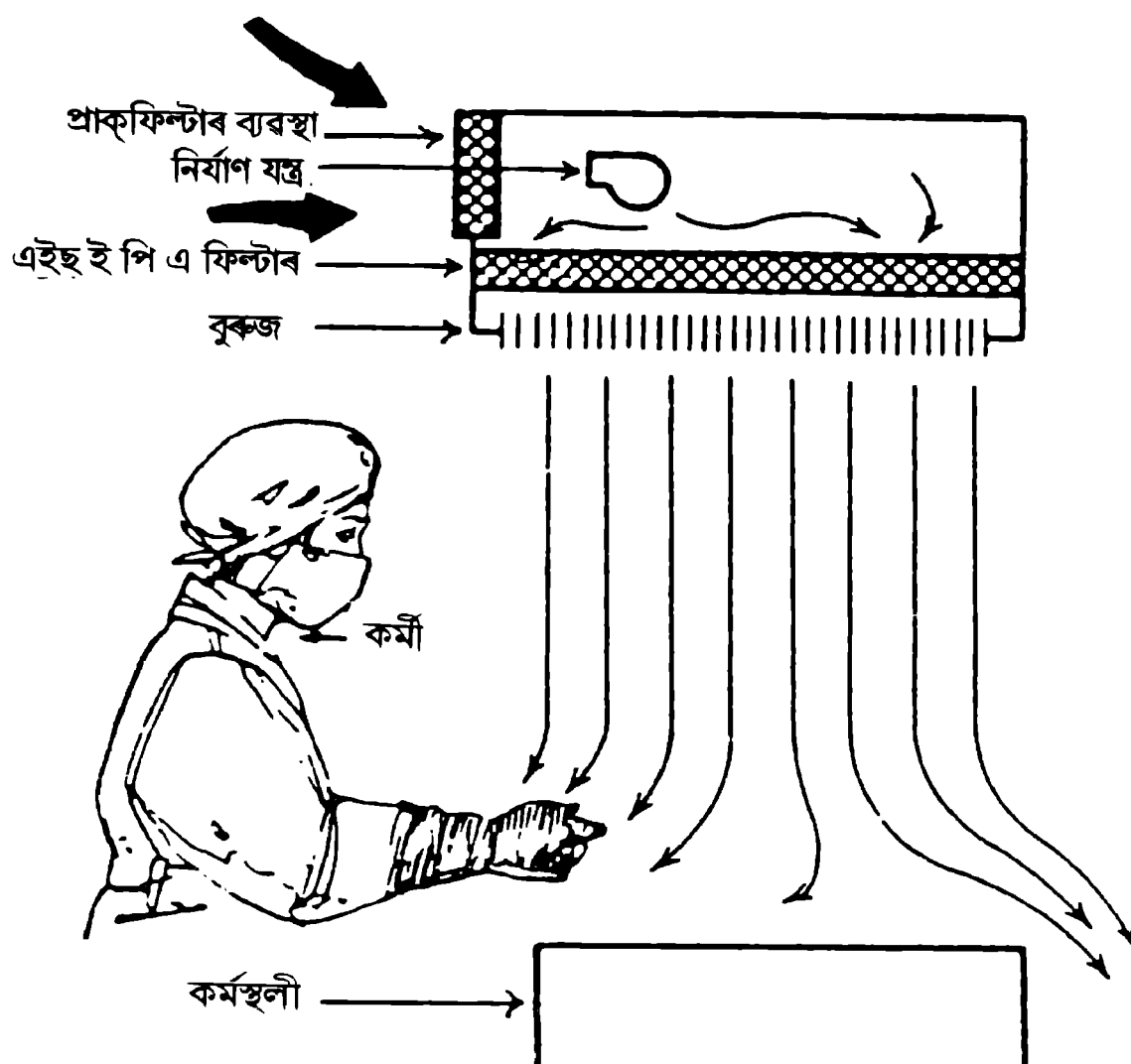
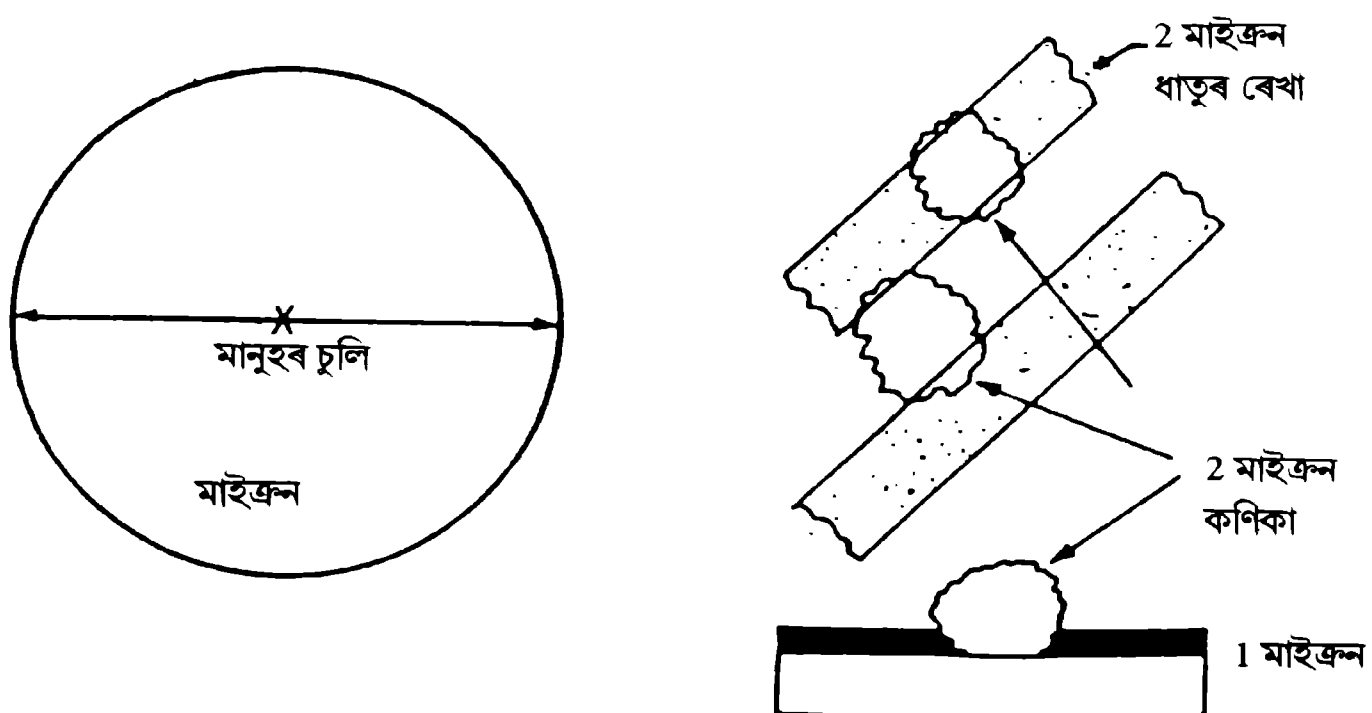
পাৰি আৰু গাইগুটীয়া চিপবোৰ ওলাই পৰে। (মাত্ৰ এটা অগভীৰ ছেদন দিলেই হ'ল, পিছত চিপবোৰ সহজেই এৰুৱাই আনিব পাৰি।) এই কামটোক ৰে'ফাৰটোৰ 'ডাইচিং' (dicing) কৰা বুলি কোৱা হয়। বিশুদ্ধ ছিলিকন অতি মূল্যবান, সেয়ে পৰিত্যক্ত

চিত্ৰ 6.8 : 24 টা পিন থকা এটা পেকেজড্ মাইক্ৰ'চিপ, চিপটো আৰু তাৰ সংযোগবোৰ দেখুৱাবলৈ কেন্দ্ৰীয় অংশটো কাটি দিয়া হৈছে।

চিপবোৰ আকৌ পৰিশুদ্ধি পৰ্যায়লৈ পঠিয়াই দিয়া হয়। গ্ৰহণযোগ্য চিপবোৰ ইয়াৰ পিছত পেকেজিং পৰ্যায়লৈ পঠিয়াই দিয়া হয়।

গাইগুটীয়া চিপ এটা অতি সৰু আৰু ভংগুৰ। এইটো সহজে বিনষ্ট হ'ব পাৰে, তাত আঁচোৰ লাগিব পাৰে আৰু আনকি হেৰাই যাবও পাৰে। তদুপৰি সুবিধাজনকভাৱে ব্যৱহাৰ কৰিবলৈও ই অতি ক্ষুদ্ৰাকৃতিৰ। চিপটোৰ সুৰক্ষাৰ বাবে আৰু দীৰ্ঘম্যাদী বৈদ্যুতিক সংযোগ ব্যৱস্থাৰ বাবে এটা উপযুক্ত আধাৰৰো প্ৰয়োজন। এই আধাৰবোৰ চিপটোতকৈ বহুগুণে ডাঙৰ। চিপটোৰ বিভিন্ন সংযোগ বিন্দুৰ পৰা বাহ্যিক সংযোগ ব্যৱস্থালৈ সোণৰ তাঁৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই সংযোগবোৰ বিশেষ অণুবীক্ষণ যন্ত্ৰৰ সহায়ত কৰা হয় আৰু নিঃসন্দেহে এইটো এটা অতি ক্লান্তিকৰ প্ৰক্ৰিয়া। যি সকল মহিলাই এই যন্ত্ৰবোৰ পৰিচালনা কৰে তেওঁলোক অসীম ধৈৰ্যশীলা হোৱা প্ৰয়োজন।

পৰিষ্কাৰ মানে কিমান পৰিষ্কাৰ?

কিছুমান দিশৰ পৰা চাবলৈ গ'লে অৰ্ধপৰিবাহী নিৰ্মাণ কৰা কাৰখানাবোৰ চিকিৎসালয়ৰ দৰে। সকলোবোৰ পৰিষ্কাৰ-পৰিচ্ছন্ন, আটোম-টোকাৰি। অৰ্ধপৰিবাহীৰ প্ৰস্তুতি এটা কঠোৰভাৱে নিয়ন্ত্ৰিত পৰিবেশত সম্পাদন কৰা হয়, এইবোৰক 'ক্লীন ৰুম' বুলি কোৱা হয়। এনে পৰিবেশত বতাহত থকা ধূলি কণিকাবোৰ আঁতৰ কৰিবলৈ যথেষ্ট যত্ন লোৱা হয়। ব্যাপন প্ৰক্ৰিয়াত ব্যৱহৃত বিশেষ গেচবোৰ আৰু তৰল ৰাসায়নিকবোৰ অত্যন্ত পৰিষ্কাৰ হ'ব লাগে আৰু সেইবোৰত কোনো ধূলিকণা বা ৰাসায়নিক অপদ্ৰব্য থাকিব নালাগে। যি সকল কৰ্মীয়ে এই পৰিবেশত কাম কৰে তেওঁলোকেও যাতে ধূলি-বালি কঢ়িয়াই নানে তাৰ প্ৰতিও সাৱধান হ'ব লাগে। নিৰ্মাণ কাৰ্যত নিয়োজিত কৰ্মীসকলক তেওঁলোকৰ শুধবগা কোট, মূৰৰ টুপী, গ্লাভ্‌চ আৰু বিশেষ ধৰণৰ জোতাৰে সৈতে দেখিলে শল্য চিকিৎসক যেনহে লাগে। তেওঁলোকে এক উচ্চ পৰিশুদ্ধ আৰু নিৰ্মল পৰিবেশত কাম কৰে। এক ঘন ফুট বায়ুত থকা আধা মাইক্ৰন জোখতকৈ ডাঙৰ ধূলিকণাৰ সংখ্যাৰ হিচাপৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি পৰিবেশৰ পৰিচ্ছন্নতা নিৰূপণ কৰা হয়। যদি এশটা এনেকুৱা কণিকা থাকে তেন্তে কোঠালিটোক 'ক্লাছ 100' বুলি শ্ৰেণীবদ্ধ কৰা হয়। তুলনামূলকভাৱে, সাধাৰণ বাতানুকুল (শীততাপ নিয়ন্ত্ৰিত) একোটা 'পৰিষ্কাৰ' কোঠালি 'ক্লাছ 100,000' শ্ৰেণীত পৰে!

কেৱল বায়ুৰেই নহয়, আহিলাবোৰৰ সংস্পৰ্শলৈ অহা অন্যান্য পদাৰ্থবোৰো ধূলি কণিকা মুক্ত হোৱা উচিত। বায়ুৰ পিছতেই ৱে'ফাৰ প্ৰস্তুতিৰ সময়ত সংস্পৰ্শলৈ অহা পদাৰ্থবিধ হ'ল পানী। ৱে'ফাৰ পৃষ্ঠৰ পৰা ৰাসায়নিকবোৰ ধুবলৈ আৰু আঁতৰাবলৈ যথেষ্ট পৰিমাণৰ পানী ব্যৱহৃত হয়। আহিলাবোৰ নিৰ্মাণৰ বাবে ব্যৱহৃত পানী প্ৰথমে ফিল্টাৰ কৰা হয় আৰু তাৰপিছত বেক্টেৰিয়া নিধন কৰিবলৈ অতি বেঙুনীয়া ৰশ্মি প্ৰয়োগ কৰা হয়। দ্ৰৱীভূত আয়নবোৰ আঁতৰ কৰিবলৈ পানীখিনিক 'আয়ন-মুক্ত' কৰা

চিত্ৰ 6.9 : মাইক্ৰ'ইলেকট্ৰনিক ক্লীন ৰুম এটাৰ কৰ্মস্থলীক কণিকাৰ পৰা মুক্ত ৰাখিবলৈ ছত্ৰ বা হুডৰ ব্যৱহাৰ। বায়ুক উচ্চ পৰ্যায়লৈ ফিল্টাৰ কৰা হয় আৰু এটা বুৰুজৰ মাজেৰে পঠোৱা হয় যাতে এটা সুষম, শান্ত প্ৰবাহ পোৱা যায় আৰু কৰ্মস্থলী অপৰিষ্কাৰ বায়ুৰ পৰা পৃথক হৈ থাকে।

চিত্ৰ 6.10 : (বাঁওফালে) এক মাইক্ৰনৰ আপেক্ষিক জোখ, (সোঁফালে) ৱে'ফাৰৰ আকাৰ সাপেক্ষে বায়ুত থকা কণিকাৰ আকাৰ।

হয়। অপদ্ৰব্য মুক্ত ৰাসায়নিক আজিকালি সহজেই পোৱা যায়। এইবোৰক ইলেকট্ৰনিক মানসম্পন্ন ৰাসায়নিক বুলি কোৱা হয়। কাম আৰম্ভ কৰাৰ আগতে গৱেষণাগাৰৰ মজিয়া আৰু কৰিডৰবোৰ ভালদৰে পৰিষ্কাৰ কৰা হয়। 'ক্লীন ৰুম'ৰ মজিয়াত বিশেষ ধৰণৰ কাৰ্পেট ব্যৱহাৰ কৰা হয়, ইহঁতে ধূলিকণা আৰু অন্যান্য কণিকা শোষণ কৰি ধৰি ৰাখিব পাৰে। কেইমাহমানৰ মূৰে মূৰে এই কাৰ্পেটিবোৰ সলনি কৰা হয়। কোঠালিটো পৰিষ্কাৰ কৰি ৰখাৰ কষ্টখিনি বহন কৰাটো অতি প্ৰয়োজন, কিয়নো আধা মাইক্ৰন জোখৰ এটা মাত্ৰ ধূলিকণাই একোটা ট্ৰেনজিষ্টৰ বা চিপ সম্পূৰ্ণৰূপে নষ্ট কৰি পেলাব পাৰে।

7

গে'ট আৰু মেম'ৰি

ওঠৰশ চৌৰাল্লিশ চনত ছেমুৱেল এফ. মৰ্ছে (1791-1872) পোন প্ৰথমে বাণিজ্যিক টেলিগ্ৰাফ সংযোগ স্থাপন কৰে। তেওঁ নিজে নজনাকৈয়ে, ডিজিটেল ব্যৱস্থাৰে বৈদ্যুতিক সংকেত প্ৰেৰণ কৰাৰ বুনিয়াদ প্ৰতিষ্ঠা কৰে। টেলিগ্ৰাফ ব্যৱস্থাৰ মৰ্ছৰ সংস্কৰণত বৈদ্যুতিক সংকেতবোৰৰ মাত্ৰ দুটা বিকল্প আছিল ঃ হয় এক নিৰ্দিষ্ট পৰিমাণৰ বিদ্যুৎ বৰ্তনীৰ মাজেৰে প্ৰবাহিত হৈছিল, নহয় কোনো বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত নহৈছিল। কোনো সময়তে এনেকুৱা এটা অৱস্থা নাছিল যি অৱস্থাত তাঁৰৰ মাজেৰে আধা বা এক চতুৰ্থাংশ বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হৈছিল। এইটো, মাইক্ৰ'ফোন আদিৰ দৰে এনালগ সংকেতৰ একেবাৰে বিপৰীত আছিল।

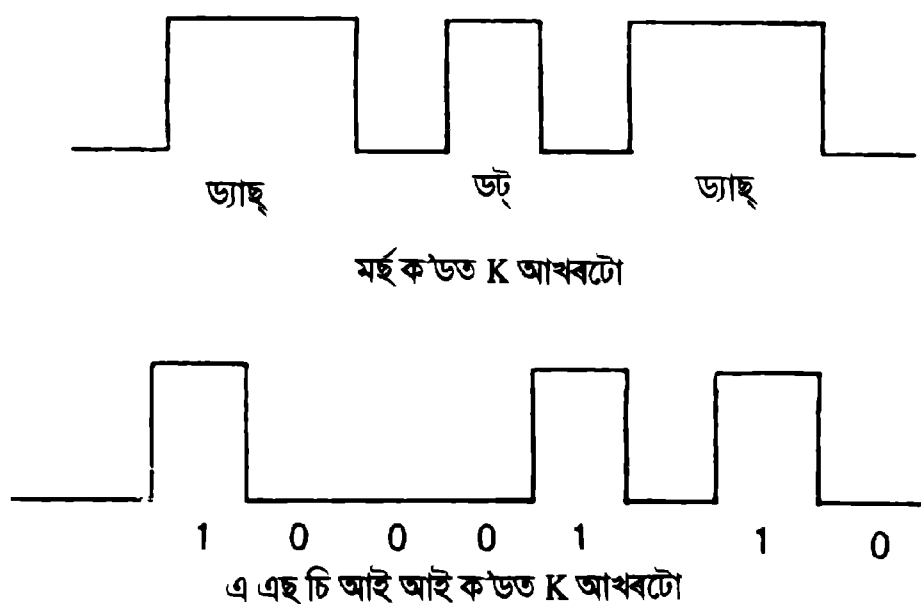
টেলিগ্ৰাফ বা 1876 চনত আলেকজেণ্ডাৰ বে'ল (1847-1922)-এ আৱিষ্কাৰ কৰা টেলিফোন বাণিজ্যিকভাৱে অতিশয় সফল হৈছিল। মৰ্ছৰ টেলিগ্ৰাফ আছিল যোগাযোগৰ ডিজিটেল ব্যৱস্থা, আনহাতে বে'লৰ টেলিফোন আছিল সম্পূৰ্ণৰূপে এনালগ ব্যৱস্থা। তেওঁৰ নেটৱৰ্কত কেৱল এনালগ বাক্ সংকেতহে মঞ্জুৰ কৰা হৈছিল। আকৰ্ষণীয়ভাৱে, ডিজিটেল আৰু এনালগ দুয়োটা ব্যৱস্থাই বহু দশকৰ বাবে যোগাযোগৰ জনপ্ৰিয় মাধ্যম হিচাপে সহ-অৱস্থান কৰি আছিল, কিন্তু বহুদিনৰ বাবে এই মাধ্যম দুটাৰ এটাৰ সৈতে আনটোৰ কোনো সম্পৰ্ক নাছিল। অতি সাম্প্ৰতিক কালতহে ম'ডেমৰ সহায়ত টেলেক্স আৰু ফেক্স যন্ত্ৰৰ ডিজিটেল সংকেত টেলিফোন চেনেলেৰে পঠোৱা হৈছে। ম'ডেমবোৰে ডিজিটেল সংকেতক শ্ৰাব্য স্বৰলৈ ৰূপান্তৰ কৰে, যিবোৰ অতি সহজে টেলিফোন চেনেল আৰু নেটৱৰ্কৰ মাজেৰে প্ৰবাহিত হ'ব পাৰে।

উনৈশশ পঞ্চল্লিশ চনত দ্বিতীয় বিশ্বযুদ্ধ সমাপ্ত হোৱাৰ পিছৰে পৰা দূৰসংযোগ ব্যৱস্থাত বহুতো ধাৰণাগত পৰিৱৰ্তন ঘটিবলৈ আৰম্ভ কৰিলে। অতি সাম্প্ৰতিক এটা ধাৰা হ'ল তথ্য সম্বলিত এনালগ সংকেত প্ৰতিনিধিত্ব কৰা ডিজিটেল সংকেত প্ৰেৰণ কৰাৰ প্ৰতি গভীৰ আগ্ৰহ। কেৱল ডিজিটেল সংকেত প্ৰেৰণ কৰিবলৈ তৈয়াৰ কৰা

যোগাযোগ নেটৱৰ্কৰ জৰিয়তে কম্পিউটাৰ ডেটাৰে সৈতে বাক্ সংকেত আৰু টেলিভিছন সংকেত প্ৰেৰণ কৰাটো এতিয়া এটা সাধাৰণ কথা। এই কথাটোৱে ইলেকট্ৰনিক্স বিজ্ঞানত এতিয়া এটা নতুন বিভাগৰেই জন্ম দিছে—যাক কোৱা হয় 'ডিজিটেল ইলেকট্ৰনিক্স'। যোৱা কেইটামান দশকত যোগাযোগ আৰু তথ্য প্ৰযুক্তিৰ বিকাশত ই প্ৰধান ভূমিকা গ্ৰহণ কৰিছে।

ডিজিটেল ইলেকট্ৰনিক্সত বৈদ্যুতিক সংকেতে দুটা মানৰ যি কোনো এটা মানহে গ্ৰহণ কৰিব পাৰে। এই মান দুটা ট্ৰেনজিষ্টৰ লজিক বৰ্তনীৰ 0 আৰু 5 ভল্ট হ'ব পাৰে, অথবা টেলিপ্ৰিণ্টাৰ বৰ্তনীৰ +80 ভল্ট আৰু –80 ভল্ট হ'ব পাৰে, অথবা এটা 'yes' আৰু এটা 'no' ও হ'ব পাৰে। প্ৰায়োগিক ব্যৱস্থাৰ অনুকূলতাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি সংকেতটোৱে এই দুটা মানৰ যি কোনো এটা ল'ব পাৰে। এটা স্পন্দন (pulse) বুজাবলৈ প্ৰায়েই '1' ৰাশিটো আৰু তাৰ অনুপস্থিতি বুজাবলৈ '0' ৰাশিটো ব্যৱহাৰ কৰা হয়। ট্ৰেনজিষ্টৰ আৰু আই চি বোৰে ডিজিটেল ইলেকট্ৰনিক্স জনপ্ৰিয় কৰাত সহায় কৰিছে, কিয়নো এটা পৰিবাহী অৱস্থাৰ পৰা অপৰিবাহী অৱস্থা এটালৈ অনায়াসে গতি কৰিব পৰা ট্ৰেনজিষ্টৰ নিৰ্মাণ কৰাটো তেনেই সহজ। এনে ট্ৰেনজিষ্টৰৰ এটা প্ৰকৃষ্ট উদাহৰণ হ'ল চিমছ (CMOS) আহিলাবোৰ। ইহঁতে এনালগ সমন্বিত বৰ্তনীৰ তুলনাত ডিজিটেল সমন্বিত বৰ্তনীৰ চানেকী কৰাটো সহজ আৰু অৰ্থনৈতিক দিশৰ পৰাও লাভজনক কৰি তোলাত সহায় কৰিছে।

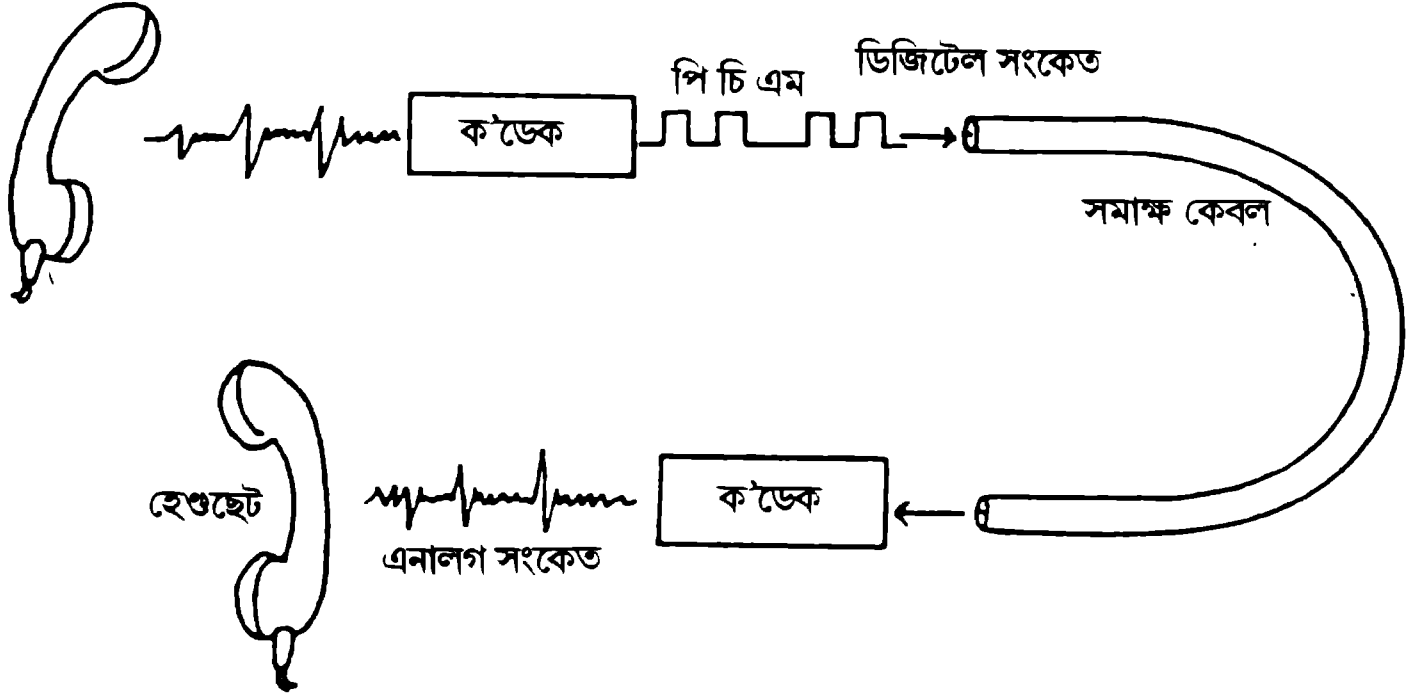
ডিজিটেল সংকেত আৰু যোগাযোগ

মৰ্ছৰ টেলিগ্ৰাফ ব্যৱস্থাত বৰ্ণমালাৰ বৰ্ণবোৰ বুজাবলৈ এক ধৰণৰ বিশেষ সাংকেতিক চিহ্ন (code) ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল। তেওঁ 'ডট' (dot) নামেৰে পৰিচিত এটা হ্ৰস্বকালীন স্পন্দন আৰু 'ড্যাছ্' (dash) নামেৰে পৰিচিত এটা দীৰ্ঘকালীন স্পন্দন ব্যৱহাৰ কৰিছিল,

চিত্ৰ 7.1 : মৰ্ছ আৰু এ এছ চি আই আই ক'ডত ডিজিটেল ডেটা।

আৰু সিহঁতৰ মাজৰ স্থানবোৰ আছিল বিভৱ-শূন্য। দীঘল পৰিবাহী তাঁৰৰ মাজেৰে বাৰ্তা প্ৰেৰণ কৰিবলৈ তেওঁ এই ডট্ আৰু ড্যাছ্ লগলগাই একোটা চানেকী সৃষ্টি কৰিছিল (যাক মৰ্ছৰ ক'ড বোলা হয়)। এই বিশেষ ক'ডক 'চলক দৈৰ্ঘ্য' (variable length) ক'ড বুলিও কোৱা হয়, কিয়নো মৰ্ছে খুব বেছিকৈ ব্যৱহৃত বৰ্ণ 'E' বুজাবলৈ এটা মাত্ৰ ডট্ ব্যৱহাৰ কৰিছিল, আনহাতে 'Z' বৰ্ণটোৰ কাৰণে ব্যৱহাৰ কৰিছিল দুটা ড্যাছ্ আৰু দুটা ডট্। এই সংকেত ভালদৰে জনা মানৱ যন্ত্ৰচালকে বাৰ্তা প্ৰেৰণ আৰু গ্ৰহণ কৰা পৰ্যন্ত—এই ক'ড ব্যৱস্থা বেছ ভালেই আছিল।

কিন্তু যেতিয়া যোগাযোগ ব্যৱস্থালৈ স্বয়ংক্ৰিয়কৰণৰ আগমন ঘটিল, তেতিয়া মৰ্ছৰ ক'ডৰ পৰিৱৰ্তে আন নতুন নতুন ক'ড আহিল, যিবোৰক 'স্থিৰ দৈৰ্ঘ্য' (constant length) ক'ড বোলা হয়। ইয়াত সকলো বৰ্ণ বা চিহ্নক সমান সংখ্যক স্পন্দন থকা সংকেতেৰে নিৰ্দেশ কৰা হয়, আৰু প্ৰতিটো স্পন্দনৰ কালদৈৰ্ঘ্যও একে। আজিকালি অত্যন্ত জনপ্ৰিয় এনে এবিধ ক'ড হ'ল এ এছ চি আই আই (American Standard Code for Information Interchange)। এই ক'ড ব্যৱস্থাত সাতোটা স্পন্দনৰ এটা থূলৰ জৰিয়তে বৰ্ণমালাৰ আটাইবোৰ বৰ্ণ, সংখ্যা, যতি চিহ্ন আৰু আনকি কিছুমান বিশেষ প্ৰতীকো নিৰ্দেশ কৰা হয়। যিহেতু প্ৰতিটো বৰ্ণ, চিহ্ন বা প্ৰতীক সাপেক্ষে সাতোটা বিট (bit)-ৰ একোটা একক আৰু নিৰ্দিষ্ট থূল থাকে, গতিকে ক'ড উদ্ধাৰৰ সময়ত কোনো ধৰণৰ অস্পষ্টতা নাথাকে। প্ৰেৰণৰ ঠিক আগেয়ে এই সাতোটা স্পন্দনৰ লগত প্ৰায়েই এটা অতিৰিক্ত স্পন্দন যোগ কৰা হয়, গতিকে এইটো প্ৰকৃতাৰ্থত এটা আঠোটা বিটৰ ক'ড হয়গৈ। প্ৰেৰণৰ সময়ত দুৰ্ঘটনাবশতঃ যদি কিবা ভুল-ভ্ৰান্তি সোমাই পৰে, তেন্তে এই অতিৰিক্ত স্পন্দনটোৱে (যিটোক পেৰিটি বিট parity bit বোলা হয়) এনে ভুল-ভ্ৰান্তি চিনাক্ত কৰাত সহায় কৰে। 'অযুগ্ম' (odd) পেৰিটিৰ ক্ষেত্ৰত পেৰিটি স্পন্দনটোৱে পূৰ্ববৰ্তী সাতোটা বিটত মুঠ '1'ৰ সংখ্যা যুগ্ম নে অযুগ্ম তাৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি '1' বা '0' মান গ্ৰহণ কৰে। ডিজিটেল ব্যৱস্থাৰ সংযোগৰ সময়ত ভুল-ভ্ৰান্তিৰ সম্ভাৱনা থাকে। বিজুলী বজ্ৰপাত, ছুইচিং আৰু ভুল বৈদ্যুতিক সংযোগৰ ফলত হোৱা বৈদ্যুতিক খেলিমেলিৰ কাৰণে এই ভ্ৰান্তিবোৰ হ'ব পাৰে।

এটা যোগাযোগ যন্ত্ৰ বা কম্পিউটাৰৰ পৰা আন এটালৈ লিখিত বা মুদ্ৰিত বা-বাতৰি প্ৰেৰণ কৰিবলৈ এ এছ চি আই আই ক'ড ব্যৱহাৰ কৰা হয়। ডিজিটেল সংকেত প্ৰেৰণ আৰু গ্ৰহণ কৰিবলৈ বিশেষ ডিজিটেল আই চি তৈয়াৰ কৰা হৈছে; ইহঁতে আনকি প্ৰক্ৰিয়াটোত কিবা ভুল-ভ্ৰান্তি সোমাইছে নেকি তাকো চিনাক্ত কৰিব পাৰে! গ্ৰাহক-যন্ত্ৰ থকা মূৰত এটা চিপে '1' বোৰ গণনা কৰে আৰু যদি সিহঁতৰ সংখ্যা অযুগ্ম হয়, তেন্তে সংকেতটো গ্ৰহণ কৰে; অন্যথা গ্ৰাহক-যন্ত্ৰটোৱে বাতৰিটো পুনৰ প্ৰেৰণ কৰিবলৈ নিৰ্দেশ দিয়ে।

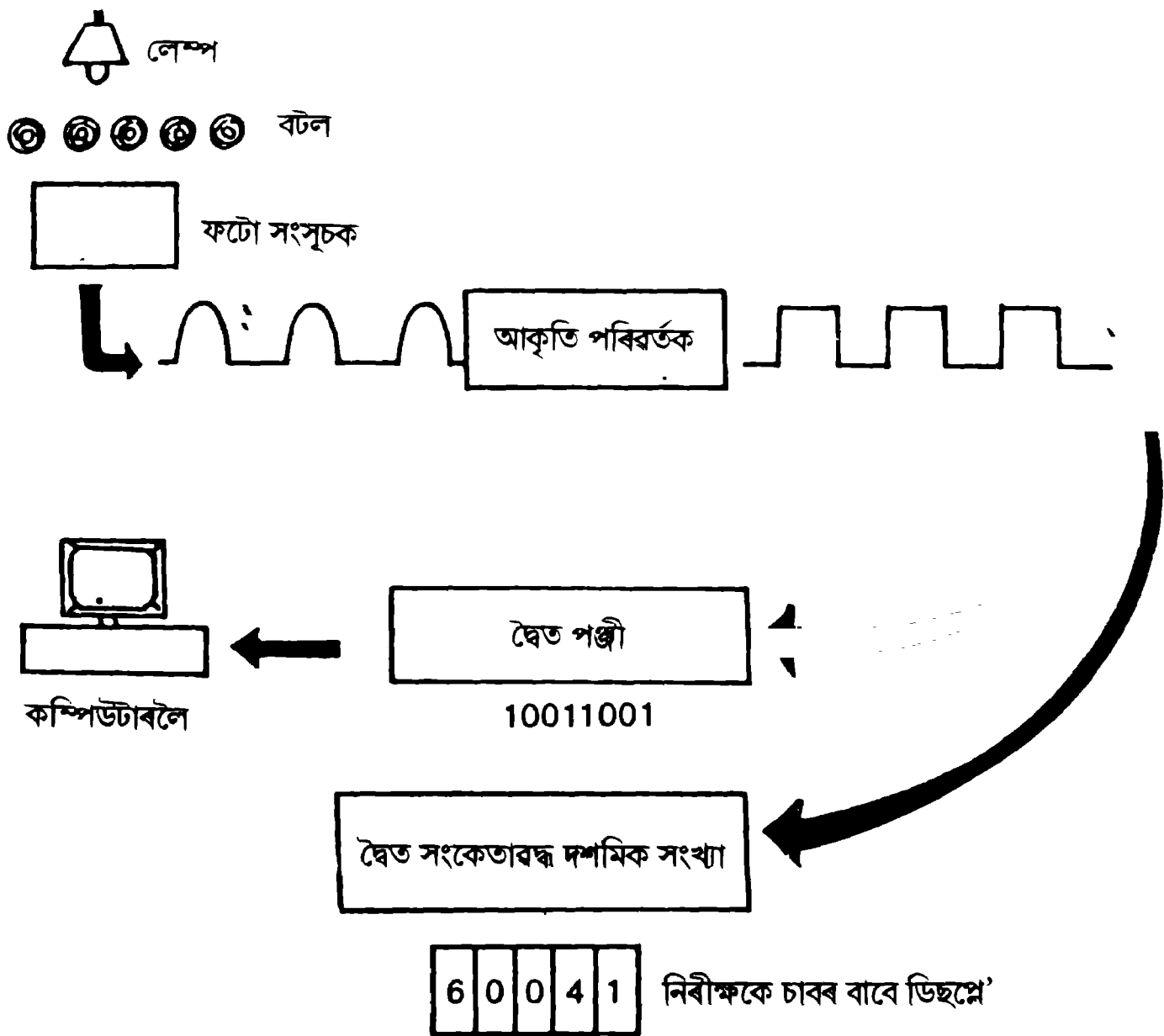
যোগাযোগৰ বাবে কথা-বতৰা আৰু টেলিভিছন সংকেত ডিজিটাইজ কৰাৰ ক্ষেত্ৰত

চিত্ৰ 7.2 : স্পন্দন ক'ড অনুকলন।

আজিকালি সাধাৰণতে ইংলেণ্ডৰ আলেক ৰীভ্‌চে আগবঢ়োৱা পদ্ধতি ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই পদ্ধতিক 'স্পন্দন ক'ড কলন' (pulse code modulation) বা চমুকৈ পি চি এম বুলি কোৱা হয়। যিহেতু এনালগ সংকেতবোৰ সময় সাপেক্ষে নিৰৱচ্ছিন্নভাৱে পৰিৱৰ্তনশীল (কিছুমান খুব খৰকৈ আৰু আন কিছুমান লাহে লাহে), গতিকে কোনো সূক্ষ্মতা নষ্ট নোহোৱাকৈ এইবোৰ দক্ষভাৱে ডিজিটাইজ কৰাৰ এটা পদ্ধতিৰ প্ৰয়োজন। পি চি এম কৌশলত প্ৰথমে এনালগ সংকেতৰ নমুনাকৰণ (sampling) কৰা হয়। নমুনাকৰণৰ অৰ্থ হ'ল সংকেতটো নিৰীক্ষণ কৰা আৰু সময়ৰ নিৰ্দিষ্ট অন্তৰাল সাপেক্ষে তাৰ বিস্তাৰ নিৰ্ণয় কৰা। কোনোবাই ভাবিব পাৰে যে এনে ধৰণৰ এটা পদ্ধতিত এনালগ সংকেতৰ কিছুমান সূক্ষ্মতা হেৰাই যাব। সৌভাগ্যবশতঃ এনে এটা উপপাদ্য আছে (উচ্চতৰ গণিত-আধাৰিত) যাৰ মতে সঠিক হাৰত যদি নমুনাকৰণ কৰা হয় আৰু এই নমুনা বিলাকৰ বিস্তাৰ জনা থাকে, তেন্তে মূল এনালগ সংকেতটো পুনৰ্নিৰ্মাণ কৰা সম্ভৱ। এনালগ সংকেতক ডিজিটেল সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰাৰ ক্ষেত্ৰত এই উপপাদ্যটোৱে যথেষ্ট সহায় কৰে।

সমন্বিত বৰ্তনীৰ যুগৰ সূচনাৰ লগে লগে ৰীভ্‌চৰ পি চি এমৰ ধাৰণাই এটা নতুন গতি লাভ কৰিলে। অতি শীঘ্ৰেই এনালগ সংকেতক ডিজিটেল আৰু ডিজিটেল সংকেতক এনালগ কৰিব পৰা বিশেষ ধৰণৰ চিপ নিৰ্মাণ কৰা হ'ল। বাক্ যোগাযোগৰ ক্ষেত্ৰত টেলিফোন হেণ্ডছেটৰ পৰা বাক্ সংকেতক ৰূপান্তৰ কৰিবলৈ 'ক'ডেক' (codec) নামৰ এবিধ আই চি চিপ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই এনালগ সংকেতটোক প্ৰতি চেকেণ্ডত 8,000 বাৰ হাৰত নমুনাকৰণ কৰা হয়। পৰৱৰ্ত্তী অনুচ্ছেদত আমি দেখিম যে আঠোটা স্পন্দনৰ এটা থূলে (0000 0000)-ৰ পৰা (1111 1111)-লৈ মান ল'ব

পাৰে—যিটোৱে আমাৰ দশমিক ব্যৱস্থাৰ 0-ৰ পৰা 255-লৈ সংখ্যাবোৰ নির্দেশ কৰে। এনালগ সংকেতটোৰ সৰ্বোচ্চ বিস্তাৰটোক 256টা স্তৰত ভাগ কৰা হয়। বাক্ সংকেতৰ প্ৰতিটো নমুনাক এই 256 টা স্তৰৰ সৈতে তুলনা কৰা হয়। যিটো স্তৰ নমুনাৰ খুব ওচৰৰ তাক নির্বাচন কৰা হয়। এই স্তৰৰ সৈতে জড়িত ডিজিটেল সংখ্যাটোৱে (যিটো আঠোটা বিটেৰে গঠিত) নমুনাটো সূচিত কৰা হয়। এইদৰে ৪,000 নমুনাৰ প্ৰতিটোকে একোটা আঠোটা বিটৰ দ্বৈত সংখ্যাৰে সূচিত কৰা হয়। গতিকে, এক চেকেণ্ড ম্যাদৰ এটা বাক্ সংকেতক সৰ্বমুঠ 64,000 বিটলৈ ৰূপান্তৰ কৰা হয়। এইটোকে কোৱা হয় যে কথাখিনি এটা 64-কিলোবিটৰ প্ৰবাহ বা সোঁতলৈ ৰূপান্তৰিত কৰা হ'ল। ক'ডেক চিপৰ চানেকী আন্তর্জাতিক মানবিশিষ্ট কৰা হৈছে আৰু পৃথিৱীৰ বিভিন্ন ঠাইৰ কেইবাটাও অর্ধপৰিবাহী নির্মাণকাৰী কোম্পানীয়ে সিহঁতৰ উৎপাদন কৰে।

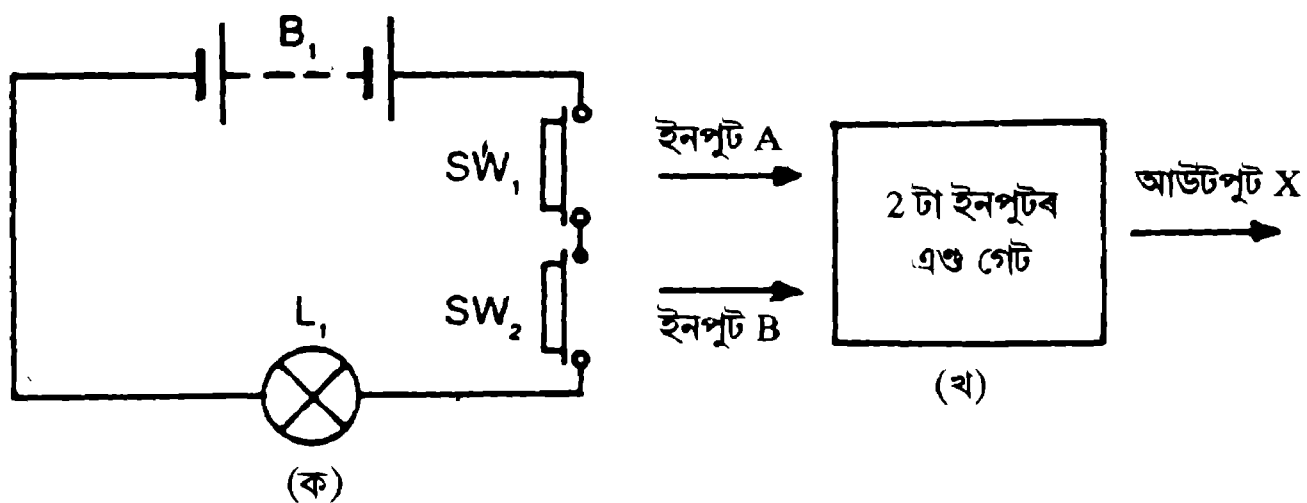
ডিজিটেল গণক আৰু পঞ্জী

স্পন্দনৰ একোটা প্ৰবাহ কাৰ্য সংঘটন বা বস্তু গণনাৰ ক্ষেত্ৰত বিশেষভাৱে ব্যৱহাৰযোগ্য।

চিত্ৰ 7.3 : সমন্বিত বৰ্তনী পঞ্জীৰ ব্যৱহাৰ।

শীতল পানীয় উৎপাদন কৰা কাৰখানা এটাৰ কথাকে ধৰা। এনেকুৱা কাৰখানাবোৰ সাধাৰণতে স্বয়ংচালিত, গতিকে কৰ্মীৰ সংখ্যা খুব কম। সকলো কাৰ্য যন্ত্ৰই সম্পন্ন কৰে, আৰু যন্ত্ৰৰ এই কামবোৰৰ অন্যতম এটা কাম হ'ল বিভিন্ন প্ৰান্তেৰে ওলাই অহা বটলবোৰৰ হিচাপ ৰখা। লেম্প আৰু ফটোচে'ল (photocell)-ৰ আয়োজন এটা ব্যৱহাৰ কৰি সহজেই এই কাম কৰিব পাৰি। প্ৰতিটো বটল লেম্পৰ তলেৰে পাৰ হৈ যাওঁতে পোহৰৰ কিৰণ একোটাক বাধা প্ৰদান কৰে আৰু লগে লগে ইলেকট্ৰনিক বৰ্তনীত এটা বৈদ্যুতিক স্পন্দনৰ সৃষ্টি কৰে। গণনা স্তম্ভৰ কাষেৰে পাৰ হৈ যোৱা বটলবোৰৰ সংখ্যা হিচাপ কৰিবলৈ এটা সমন্বিত বৰ্তনী গণক (counter) ব্যৱহাৰ কৰা হয়। এই অৰ্ধপৰিবাহী আহিলাটোত দুটা ট্ৰেনজিষ্টৰ এনেদৰে সংযোগ কৰা হয় যে যদি এটা পৰিবাহী অৱস্থাত থাকে, তেন্তে আনটো অপৰিবাহী অৱস্থাত থাকে। এইটোক 'টগল্' (toggle) বা 'ফ্লিপ-ফ্লপ' (flip-flop) বৰ্তনী বুলি কোৱা হয় আৰু একোটা আই চি-ত এনেকুৱা বহুতো গোট সহজে অন্তৰ্ভুক্ত কৰিব পাৰি, তদুপৰি সিহঁতক এনে ধৰণে আন্তঃসংযোগ কৰিব পাৰি যাতে এক বৃহৎ সংখ্যক স্পন্দনৰ হিচাপ ৰাখিব পৰা যায়।

দশমিক পদ্ধতিৰ হিচাপত (যিটোৰে সৈতে আমি ল'ৰালিৰে পৰা পৰিচিত) 412 সংখ্যাটো হ'ল চাৰিটা এশ, এটা দহ আৰু দুটা একৰ যোগফল। দশমিক পদ্ধতিৰ হিচাপত ভূমি হ'ল দহ আৰু প্ৰতিটো স্থানৰ গুৰুত্ব দহৰ ঘাতেৰে সূচিত কৰা হয় (অৰ্থাৎ একক, দহক, শতক, হেজাৰ ইত্যাদি)। দ্বৈত পদ্ধতিৰ হিচাপতো দশমিক পদ্ধতিৰ দৰে স্থানিক চিহ্ন ব্যৱহাৰ কৰা হয়। অৱশ্যে, ইয়াত ভূমি দুই আৰু প্ৰতিটো স্থানৰ গুৰুত্ব দুইৰ ঘাতেৰে সূচিত কৰা হয় (অৰ্থাৎ, এক, দুই, চাৰি, আঠ, যোল্ল ইত্যাদি)। উদাহৰণস্বৰূপে, দ্বৈত পদ্ধতিৰ 101 সংখ্যাটো আমাৰ প্ৰচলিত হিচাপ ব্যৱস্থাত এক আৰু চাৰিৰ যোগফল, অৰ্থাৎ পাঁচ। দ্বৈত পদ্ধতিৰ গণনাৰ ব্যৱস্থাটো প্ৰথমে দেখাত গোলমলীয়া যেন লাগিলেও দৰাচলতে তেনে নহয়। যি কি নহওক, কম্পিউটাৰে আৰু আই চি-ৰ চানেকী নিৰ্মাণ কৰা সকলে দ্বৈত পদ্ধতিৰ গণনা অধিক পছন্দ কৰে যেন লাগে। গতিকে আমিও এই ব্যৱস্থাত অভ্যস্ত হ'বলৈ যত্ন কৰা উচিত! অৱশ্যে, আমাক সকাহ দিবলৈ দহৰ এককত গণনা কৰিব পৰা আই চি-ও নথকা নহয়!

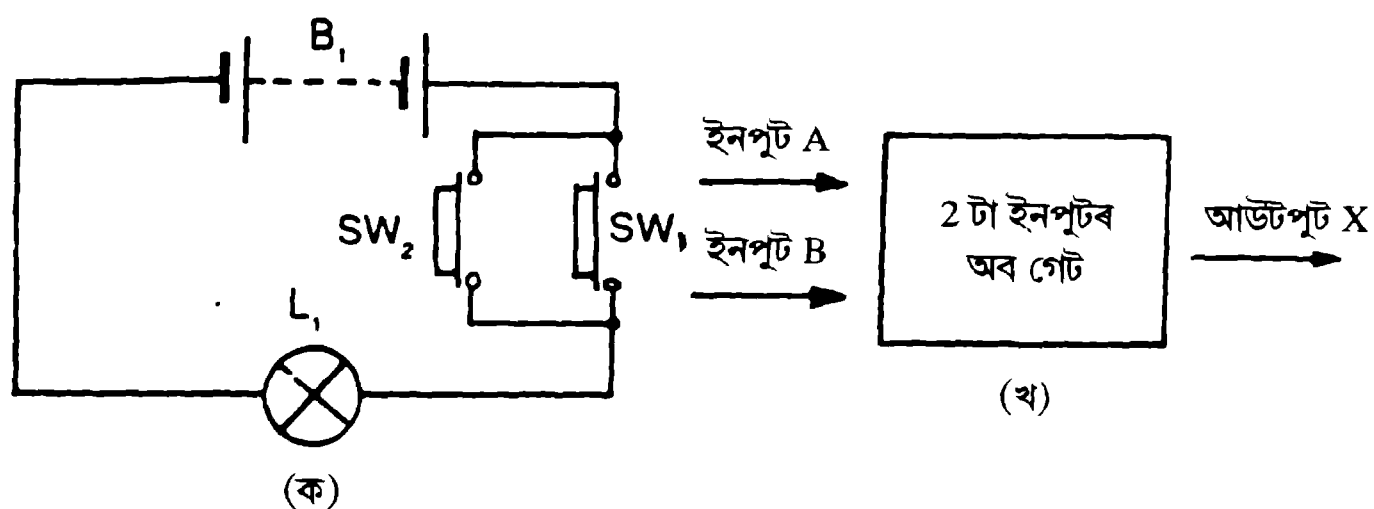
ডিজিটেল বৰ্তনী আৰু লজিক গে'ট

ডিজিটেল কৌশলক অগ্ৰাধিকাৰ দিয়াৰ আন এটা কাৰণ হ'ল ই লজিকবোৰ (অৰ্থাৎ যুক্তিসংগত বিন্যাসবোৰ) সহজ-সৰল কৰি তোলে। এটা বেটাৰি আৰু এটা লেম্পৰ সৈতে শ্ৰেণীবদ্ধভাৱে সংযোগ কৰা ছুইচ এটাৰে গঠিত এটা সৰল বৰ্তনীৰ কথা ভবা হওক। যেতিয়া ছুইচটো বন্ধ অৱস্থাত থাকে, তেতিয়া লেম্পটো 'অন' হৈ থাকে; যেতিয়া ছুইচটো মুক্ত অৱস্থাত থাকে, তেতিয়া লেম্পটো 'অফ' হৈ থাকে। বৰ্তনীটোৰ

ইনপুট A (SW_1)	ইনপুট B (SW_2)	আউটপুট X
0	0	0
1	0	0
0	1	0
1	1	1

(গ)

চিত্ৰ 7.4 : (ক) এটা সৰল শ্ৰেণীবদ্ধ বৰ্তনী, (খ) বৰ্তনীটোক এটা ক্ৰিয়াত্মক ব্লেক-বক্স হিচাপে দেখুওৱা হৈছে, (গ) এই দুটা ইনপুটৰ এণ্ড গেটৰ 'ট্ৰুথ টেবল'।

দুটা মাত্ৰ অৱস্থাহে থকাৰ কাৰণে ইয়াক দ্বৈত বৰ্তনী (binary circuit) বুলি কোৱা হয়। এই অৱস্থা দুটা নিৰ্দেশ কৰিবলৈ যদি আমি 1 আৰু 0 দ্বৈত সংখ্যা দুটা ব্যৱহাৰ কৰোঁ, তেন্তে আমি 1-ক ছুইচটো বন্ধ অৱস্থাত থকা আৰু লেম্পটো 'অন' অৱস্থাত থকা বুজাবলৈ আৰু 0-ক ছুইচটো মুক্ত অৱস্থাত আৰু লেম্পটো 'অফ' অৱস্থাত থকা বুজাবলৈ ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰোঁ।

এতিয়া এটা অধিক জটিল বৰ্তনীৰ কথা ধৰা হওক য'ত এটা বেটাৰি আৰু এটা লেম্পৰ সৈতে শ্ৰেণীবদ্ধভাৱে সংযোগ কৰা দুটা ছুইচ আছে। দুয়োটা ছুইচ বন্ধ অৱস্থাত নাথাকিলে লেম্পটো যে নজ্বলে সেই কথাৰ সৈতে আপুনি নিশ্চয় একমত হ'ব। এই ডিজিটেল বৰ্তনীটোক 'এণ্ড গে'ট' (AND gate) বোলা হয়। গে'ট শব্দটো ব্যৱহাৰ কৰা হয় এই কাৰণেই যে ইয়াৰ নামটোৱে যি সূচায় আখৰে আখৰে সি তাকে বুজায়। স্কুললৈ সোমোৱা গে'টৰ উদাহৰণ এটাকে লোৱা হওক। যদি স্কুলৰ চৌহদত এখনৰ ভিতৰফালে আন এখন—মুঠতে দুখন দেৱাল থাকে, আৰু দুয়োখনতে একোখনকৈ গে'ট থাকে, তেন্তে দুয়োখন গে'ট খোলা থাকিলেহে স্কুললৈ সোমাব পৰা যাব।

ইনপুট A (SW_1)	ইনপুট B (SW_2)	আউটপুট X
0	0	0
1	0	1
0	1	1
1	1	1

(গ)

চিত্ৰ 7.5 : (ক) এটা সৰল সমান্তৰাল বৰ্তনী, (খ) বৰ্তনীটো এটা ক্ৰিয়াত্মক ব্লেক-বক্স হিচাপে দেখুওৱা হৈছে, (গ) এই দুটা ইনপুটৰ অব গেটৰ 'ট্ৰুথ টেবল'।

এইটো এণ্ড গে'টৰ এটা উদাহৰণ। একেদৰে, ইলেকট্ৰনিক লজিক বৰ্তনীত আটাইবোৰ গেট খোলা থাকিলেহে তথ্য আউটপুটলৈ যাব পাৰে।

আন এটা উল্লেখনীয় ডিজিটেল বৰ্তনীত ছুইচ দুটা সমান্তৰালভাৱে সংযোগ কৰা থাকে। যি কোনো এটা বা দুয়োটা ছুইচ বন্ধ অৱস্থাত থাকিলে লেম্পটো জ্বলি উঠে। এইটোক কোৱা হয় 'অৰ গেট' (OR gate)। স্কুলৰ গেটৰ ওপৰৰ উদাহৰণটোত একেখন দেৱালতে ওচৰা-ওচৰিকৈ থকা দুখন গেটেৰে অৰ গেট বুজাব পাৰি। যি কোনো এখন বা দুয়োখন গেট খোলা থাকিলে স্কুল চৌহদলৈ প্ৰবেশ কৰিব পৰা যায়।

এণ্ড আৰু অৰ গেটে ইলেকট্ৰনিক্সত প্ৰচলন কৰা শাখাটোক 'ডিজিটেল লজিক' বুলি কোৱা হয়। এণ্ড আৰু অৰ গেটক লজিক গেট বুলি কোৱা হয়, কাৰণ সিহঁতৰ আউটপুটবোৰ ইনপুট অৱস্থাবোৰৰ নিৰ্দিষ্ট বিন্যাসৰ লজিকেল (বা পূৰ্বানুমেয়) পৰিণাম। ডিজিটেল ইলেকট্ৰনিক্সত ব্যৱহাৰ কৰা অন্যান্য কেতবোৰ গেট হ'ল 'নেণ্ড গেট' (NAND gate), 'নৰ গেট' (NOR gate), 'এক্সক্লুছিভ অৰ গেট' (Exclusive OR gate) ইত্যাদি। কম্পিউটাৰ চলাবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা প্ৰায় সকলো পৰিস্থিতি এই গেটবোৰৰ

সহায়ত নিৰ্ণয় কৰিব পাৰি। সিহঁতক একেলগে সংযোগ কৰি বাস্তৱ ঘটনাক অনুকৰণ কৰিবলৈও ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি।

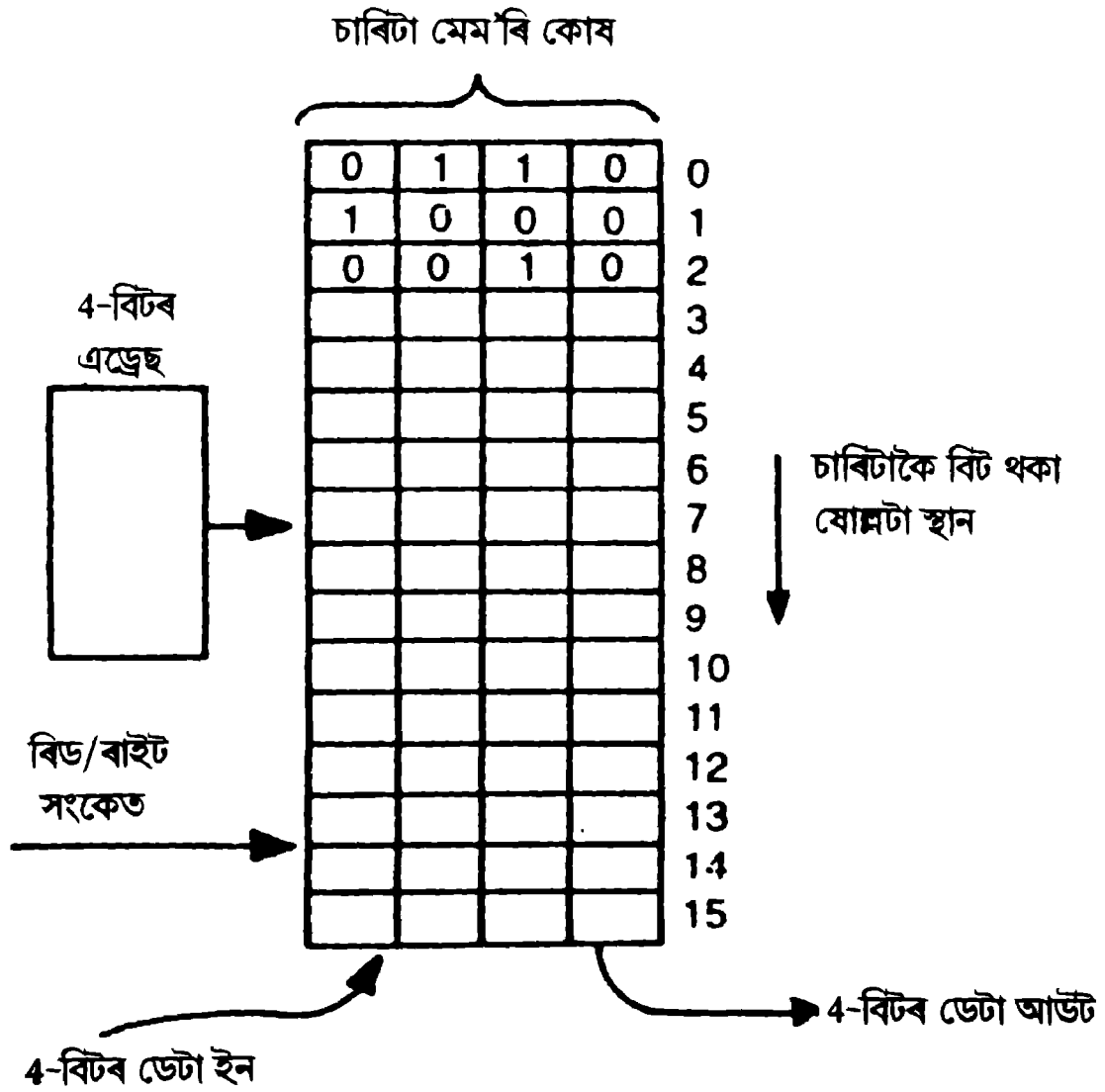
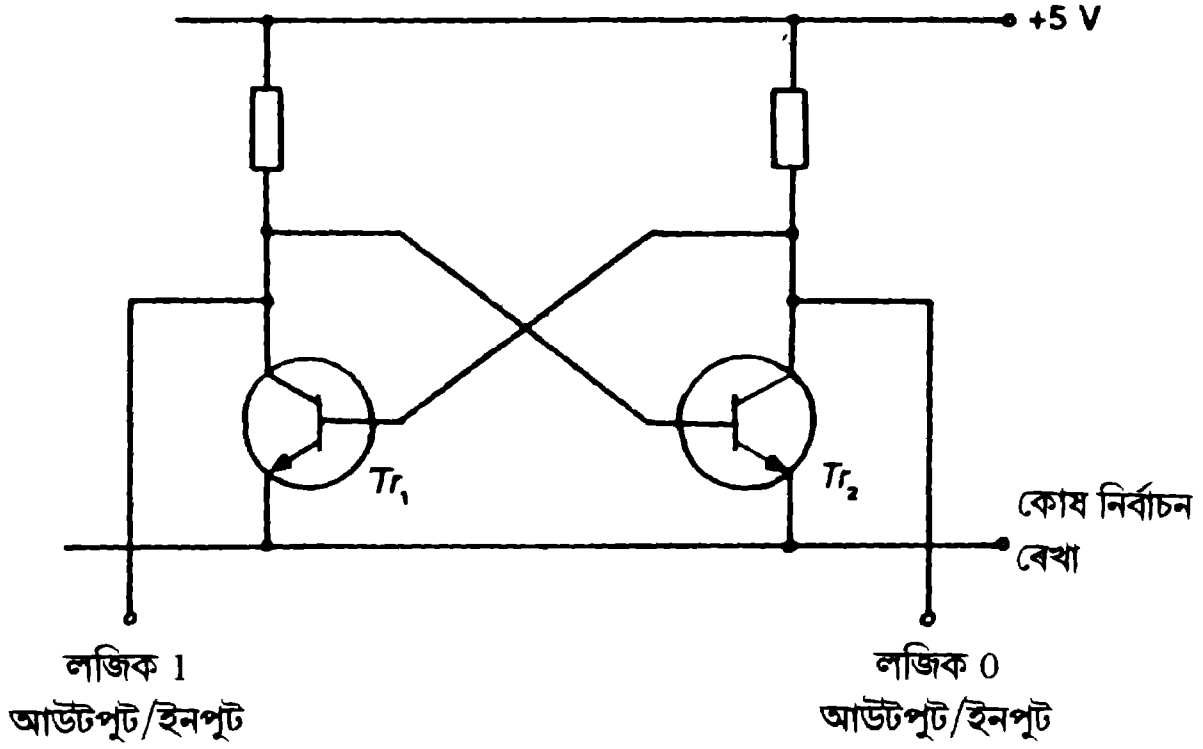
আই চি ৰূপত বিশেষভাৱে ৰূপায়িত কৰা বহুতো ডিজিটেল বৰ্তনী আছে যিবোৰে সংকেত গ্ৰহণ কৰিব পাৰে (যেনে, এখন কীবোৰ্ডৰ পৰা বা এটা উত্তাপ সংসূচকৰ পৰা), গ্ৰহণ কৰা তথ্যৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি সিদ্ধান্ত ল'ব পাৰে আৰু কাৰ্য সাধন কৰাৰ সামৰ্থ্য থকা এটা বৰ্তনীলৈ আউটপুট সংকেত পঠাব পাৰে (যেনে, কম্পিউটাৰটোৰ মেম'ৰিৰ পৰা ডেটা সংগ্ৰহ কৰা)। গাইগুটীয়া ট্ৰেনজিষ্টৰৰ পৰা গে'ট নিৰ্মাণ কৰিব পাৰি, কিন্তু অত্যাধুনিক ডিজিটেল গে'টবোৰ আই চি ৰূপত পোৱা যায়। এনে ধৰণৰ আই চি ৰ দুটা প্ৰধান পৰিয়াল আছে, এবিধক কোৱা হয় ট্ৰেনজিষ্টৰ-ট্ৰেনজিষ্টৰ লজিক (TTL) য'ত দ্বিমেৰু ট্ৰেনজিষ্টৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয় আৰু আনবিধত চিমছ ট্ৰেনজিষ্টৰ ব্যৱহাৰ কৰা হয়। দ্ৰুতিৰ দিশৰ পৰা প্ৰথমবিধ অধিক ক্ষিপ্ৰ, কিন্তু দ্বিতীয়বিধ অপেক্ষাকৃতভাৱে স্বল্পমূল্যৰ আৰু অতি বৃহৎ মাপৰ সমন্বিত বৰ্তনী (very large scale integrated circuit) বা ভি এল এছ আই নিৰ্মাণ কৰিবলৈ ইহঁতক সহজে সংকুচিত কৰিব পাৰি।

সাৰণী ৬

আই চি অনুকলন মাপ

স্তৰ	সংক্ষিপ্ত নাম	প্ৰতিটো চিপত উপাংশৰ সংখ্যা
ক্ষুদ্ৰ মাপৰ অনুকলন	এছ এছ আই	2-50
মধ্য মাপৰ অনুকলন	এম এছ আই	50-5,000
বৃহৎ মাপৰ অনুকলন	এল এছ আই	5,000-100,000
অতি বৃহৎ মাপৰ অনুকলন	ভি এল এছ আই	100,000-ৰ অধিক-1,000,000
অতিশয় বৃহৎ মাপৰ অনুকলন	ইউ এল এছ আই	1,000,000

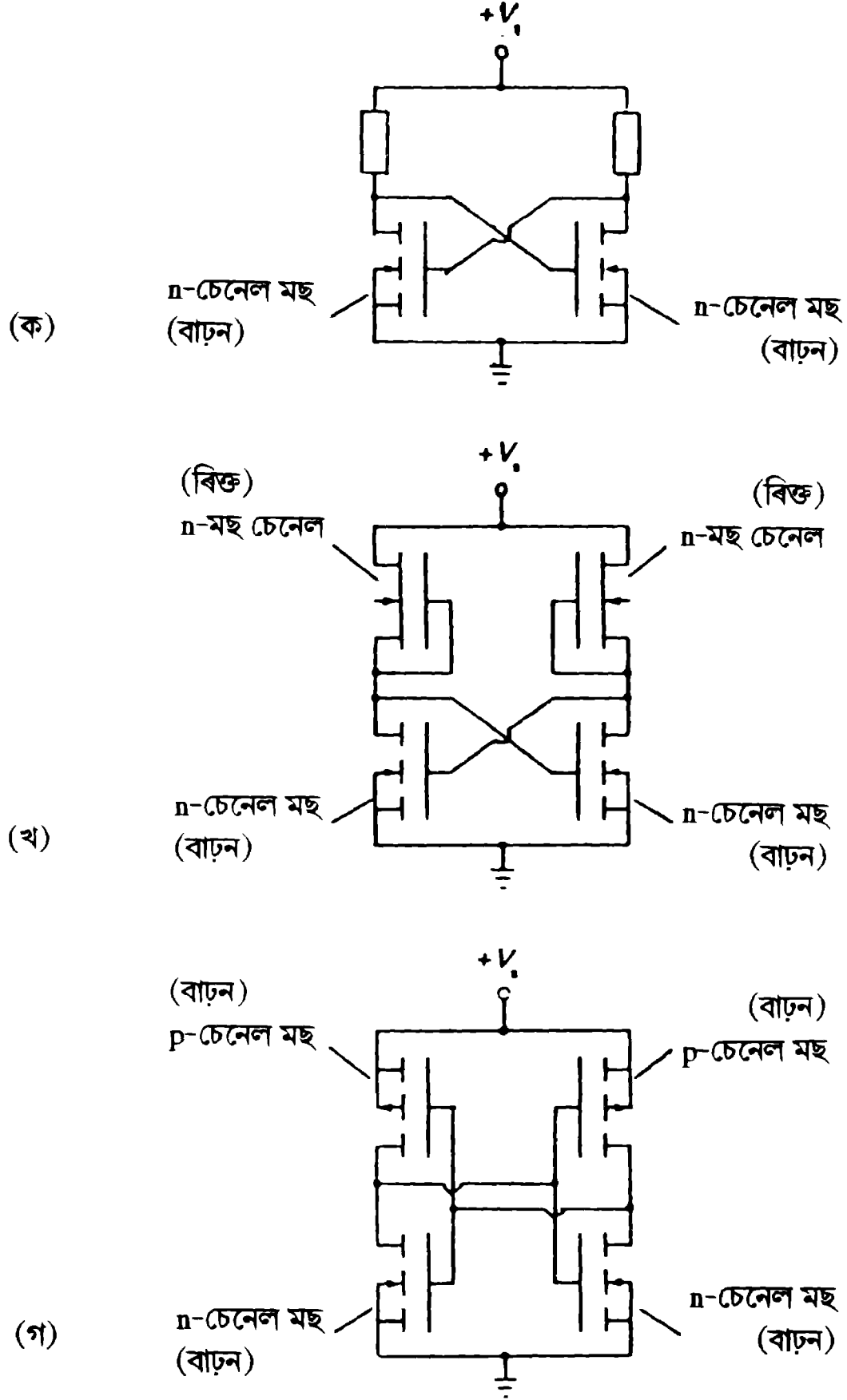
মেম'ৰি

মানুহৰ স্মৃতিশক্তিয়ে বহুতো প্ৰয়োজনীয় তথ্য-পাতি জমা কৰি ৰাখে—কেনেকৈ চাইকেল এখন চলাব লাগে, চাহ একাপ কেনেকৈ কৰিব লাগে, আনৰ সৈতে কেনেকৈ কথা-বতৰা পাতিব লাগে, দৰ্কাৰী বাৰ-তাৰিখ আৰু অন্যান্য বহুতো তথ্য আৰু ছবি। বয়সৰ লগে লগে আমি এনে ধৰণৰ জ্ঞান আহৰণ কৰোঁ, আৰু যেতিয়াই প্ৰয়োজন হয় তেতিয়াই প্ৰাসংগিক তথ্য-পাতিবোৰ পুনৰুদ্ধাৰ (retrieve) কৰিব পাৰোঁ। ইলেকট্ৰনিক কম্পিউটাৰৰো এনে স্মৃতিশক্তি থাকে য'ত ই ডেটা, প্ৰছেছ কৰা তথ্য আৰু তদুপৰি সমস্যা সমাধান কৰিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা নানান নীতিনিয়ম, পদ্ধতি আৰু প্ৰগ্ৰেম জমা কৰি থ'ব পাৰে। এই তথ্য-পাতিবোৰ বিট হিচাপে ডিজিটেল ফৰমেটত ৰখা হয়।

চিত্ৰ 7.6 : (ওপৰত) স্থিতিশীল ৰেম এটাব বুনিয়াদী মেম'ৰি কোষ, (তলত) 4-বিট আৰু 16 স্থানৰ এটা স্থিতিশীল ৰেমৰ মেম'ৰিৰ গঠন।

অৱশ্যে, কম্পিউটাৰৰ ডেটা বিটবোৰ ভৰোৱাৰ সময়ত বা উলিয়াই অনাৰ সময়ত আমি সেইবোৰক বিটৰ থুপ হিচাপেহে ভৰাওঁ বা উলিয়াওঁ, এই থুপবোৰক 'ৱৰ্ড' (word) বুলি কোৱা হয়। এই ৱৰ্ডবোৰ বা দ্বৈত অংকৰ গোটবোৰ মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰত সাধাৰণতে আঠটা বা যোল্লটা বিট দীঘল হয়। ডাঙৰ ডাঙৰ কম্পিউটাৰবোৰে আনকি বত্রিছটা আৰু আনকি চৌষষ্ঠিটা বিটৰ ৱৰ্ডো ব্যৱহাৰ কৰে।

মাইক্ৰ'কম্পিউটাৰ, কেলকুলেটৰ, ইলেকট্ৰনিক গেম্‌ছ আদি সকলোতে অৰ্ধপৰিবাহী মেম'ৰিৰ বহুল প্ৰয়োগ কৰা হয়। তদুপৰি, কম্পিউটাৰে প্ৰগ্ৰেম আৰু ডেটা বাল্ক ষ্টৰেজ মেম'ৰি (bulk-storage memory) নামেৰে জনাজাত উপনিকায় কিছুমানতো জমা কৰি থয়। এইবোৰ হ'ল চুম্বকীয় টে'প, চুম্বকীয় ড্ৰাম, আৰু ফ্লপি ডিস্ক। ডাঙৰ ডাঙৰ কম্পিউটাৰৰ ক্ষেত্ৰত এই উপ-নিকায়বোৰ মূল কম্পিউটাৰৰ বাহিৰত থাকে। চুম্বকীয় টে'পত ডেটা জমা কৰাৰ এটা গুৰুত্বপূৰ্ণ দিশ হ'ল টে'পটো ক্ৰমবীক্ষণ (scanning) কৰাৰ পিছতহে ইয়াৰ বিষয়বোৰ পুনৰুদ্ধাৰ কৰিব পাৰি। যিহেতু বিষয়বোৰ ক্ৰমানুসৰি বীক্ষণ কৰা হয়, সেয়ে ডেটা পুনৰুদ্ধাৰ কৰোঁতে কিছু পলম হয়।

কম্পিউটাৰ ব্যৱস্থাত মেম'ৰিক 'ৰেণ্ডম এক্সেছ মেম'ৰি' (random access memory বা RAM) আৰু 'ৰিড অ'নলি মেম'ৰি' (read only memory বা ROM) হিচাপে শ্ৰেণীভাগ কৰা হয়। ৰেণ্ডম এক্সেছৰ অৰ্থ হ'ল মেম'ৰিৰ যি কোনো ঠাইত সংৰক্ষিত তথ্য কম্পিউটাৰটোৱে পোনপটীয়াকৈ পুনৰুদ্ধাৰ কৰিব পাৰে। অৱশ্যে, তাক ক'ত ৰখা হৈছে সেইটো জানিব লাগিব। আন কথাত, তাৰ ঠিকনা জানিব লাগিব। ৰেমৰ এটা গুৰুত্বপূৰ্ণ বৈশিষ্ট্য হ'ল ই ডেটাখিনি তৎক্ষণাৎ উলিয়াই দিয়ে। ডেটা পুনৰুদ্ধাৰ কৰোঁতে বিশেষ পলম নহয়। এই কাৰণেই কম্পিউটাৰৰ প্ৰছেছিং ব্যৱস্থাৰ ভিতৰভাগত ৰেমেই হ'ল প্ৰধান মেম'ৰি। ৰেম মেম'ৰিৰ আয়তন বেলেগ বেলেগ। সিহঁতক 4K, 64K, 128K ইত্যাদি ধৰণে মাপ কৰা হয়। ইয়াত K আখৰটোৱে 2^{10} অৰ্থাৎ 1024 সংখ্যাটো সূচায়, যিটো দশমিক পদ্ধতিৰ এহেজাৰৰ ওচৰা-ওচৰি। আমি যেতিয়া 16K মেম'ৰিৰ কথা কওঁ, তেতিয়া তাৰ অৰ্থ হ'ল ইয়াৰ সংৰক্ষণ ক্ষমতা 16×1024 বা 16,384 বাইট (1 বাইট = 8 বিট)।

ৰেম পৰিয়ালৰ প্ৰধান সদস্য দুগৰাকী ঃ স্থিতিশীল ৰেম (static RAM) আৰু গতিশীল ৰেম (dynamic RAM)। এই মেম'ৰিবোৰ নিৰ্মাণ কৰাত ব্যৱহাৰ হোৱা অৰ্ধপৰিবাহী আহিলাবোৰৰ প্ৰকাৰ আৰু বিটবোৰ সংৰক্ষণ কৰা পদ্ধতিৰ মাজত পাৰ্থক্য আছে। স্থিতিশীল ৰেমৰ (স্ৰেম বুলিও কোৱা হয়) ক্ষেত্ৰত এবাৰ ডেটাবোৰ মেম'ৰিত সুমুৱাই দিয়াৰ পিছত সাল-সলনি নকৰা পৰ্যন্ত সেইখিনি তাতে থাকে। আনকি সেই ডেটাবোৰ বাৰে বাৰে ব্যৱহাৰ কৰিলেও বিষয়-বস্তু নষ্ট নহয় নাইবা সেইবোৰ আপোনা-আপুনি সলনি হৈ নাযায়। গতিশীল ৰেমৰ (ড্ৰেম বুলিও কোৱা হয়) ক্ষেত্ৰত কোষবোৰত সংৰক্ষিত বিটবোৰ বাৰে বাৰে পুনৰ্লিখন কৰি থাকিব লাগে (প্ৰতি মিলিচেকেণ্ডত)—এই

চিত্ৰ 7.7 : মেমৰি শলখা ঃ (ক) R/n ৰোধৰ n-চেনেল মছ, (খ) বাঢ়ন/ৰিক্ত n-চেনেল মছ, (গ) চিমছ।

কথাটো নিশ্চিত কৰিবলৈ যে সেইবোৰ যাতে পাহৰি যোৱা নহয়। কোষ বা ড্ৰেমৰ মেমৰিৰ আটাইতকৈ সৰু গোটটোত এটা ক্ষুদ্ৰ ধাৰক থাকে আৰু যেতিয়া বিট এটা ৰেকৰ্ড কৰা হয়, তেতিয়া ই 10^{-15} কুলম্ব পৰিমাণৰ আধান ধৰি ৰাখে, যিটো প্ৰায় 6,000 টা ইলেকট্ৰনৰ সমতুল্য! কিন্তু, ধাৰকটোৰ আধান অতি ক্ষিপ্ৰভাৱে ক্ষৰিত হয় আৰু সেয়ে ইয়াক 'সতেজ' কৰি ৰাখিবলৈ এটা অতিৰিক্ত বৰ্তনীৰ প্ৰয়োজন হয়। ড্ৰেমৰ

শেহতীয়া সংস্কৰণবোৰত মেম'ৰি চিপতে এনেকুৱা সতেজকাৰক বৰ্তনী সংযোগ কৰা হৈছে। ড্ৰেমৰ ক্ষেত্ৰত চিপত মেম'ৰি কোষৰ ঘনত্ব খুব বেছি। অতি সম্প্ৰতি, জাপানৰ হিটাচি কোম্পানীয়ে এটা 256 মেগাবিটৰ ড্ৰেমৰ বিজ্ঞাপন প্ৰকাশ কৰিছে, যিটোৱে বাতৰি-কাকতৰ আকাৰৰ কাগজৰ 1,000 পৃষ্ঠাৰ সমতুল্য ডেটা জমা কৰি ৰাখিব পাৰে!

ৰেমৰ (স্থিতিশীলেই হওক বা গতিশীলেই হওক) একমাত্ৰ অসুবিধাটো হ'ল এয়ে যে বৈদ্যুতিক শক্তি সৰবৰাহত বিজুতি ঘটিলে বা সৰবৰাহ বন্ধ কৰাৰ লগে লগে ইয়াৰ মেম'ৰিৰ বিষয়-বস্তুবোৰ হেৰাই যায়। এনে ধৰণৰ মেম'ৰিক উদ্বায়ী (volatile) বুলি কোৱা হয়। বিষয়-বস্তুবোৰ পাহৰি নোযোৱা মেম'ৰিবিধক অনুদ্বায়ী (non-volatile) মেম'ৰি বোলা হয়। চুম্বকীয় মেম'ৰিবোৰ অনুদ্বায়ী। অৰ্ধপৰিবাহীৰ অনুদ্বায়ী মেম'ৰিৰ এটা উদাহৰণ হ'ল 'ৰিড অনলি মেম'ৰি' বা ৰ'ম (ROM)। ৰ'মত উৎপাদকে 1 আৰু 0-ৰ প্ৰয়োজনীয় চানেকীটো এনেকৈ মুদ্ৰিত কৰি দিয়ে যে ব্যৱহাৰকাৰী এজনৰ কাৰণে ইয়াৰ ওপৰত অন্য ডেটা মুদ্ৰণ কৰাটো সম্ভৱ নহয়। ৰ'মক কম্পিউটাৰটোৰ প্ৰসংগ পুথিভঁৰাল বুলি ধৰিব পাৰি। মাইক্ৰ'কম্পিউটাৰত ব্যৱহৃত একোটা নিদৰ্শস্বৰূপ ৰ'মৰ 8 কিলোবাইট মেম'ৰি থাকে। আন কথাত একোটা চিপত 65,536 বিট ডেটা সংৰক্ষিত থাকে। মাইক্ৰ'কম্পিউটাৰে এটা বিশেষ কম্পিউটাৰ প্ৰগ্ৰেমৰ সৈতে জড়িত নিৰ্দেশাৱলী সংৰক্ষিত থকা 8,192 টা স্থানৰ (আঠোটা বিটৰ ডেটাৰ কথা ধৰিলে) যি কোনো এটাক বিচাৰি উলিয়াব পাৰে। প্ৰতিবাৰ কম্পিউটাৰটো 'অন' কৰোঁতে এনে ধৰণৰ সাধাৰণভাৱে ব্যৱহৃত ৰুটিন প্ৰগ্ৰেমবোৰ সম্পাদন কৰিবলগীয়া হয়। এই ৰুটিনৰ মাজেৰে যোৱা প্ৰক্ৰিয়াটোক কম্পিউটাৰটো 'বুটিং' (booting) কৰা বুলি কোৱা হয়।

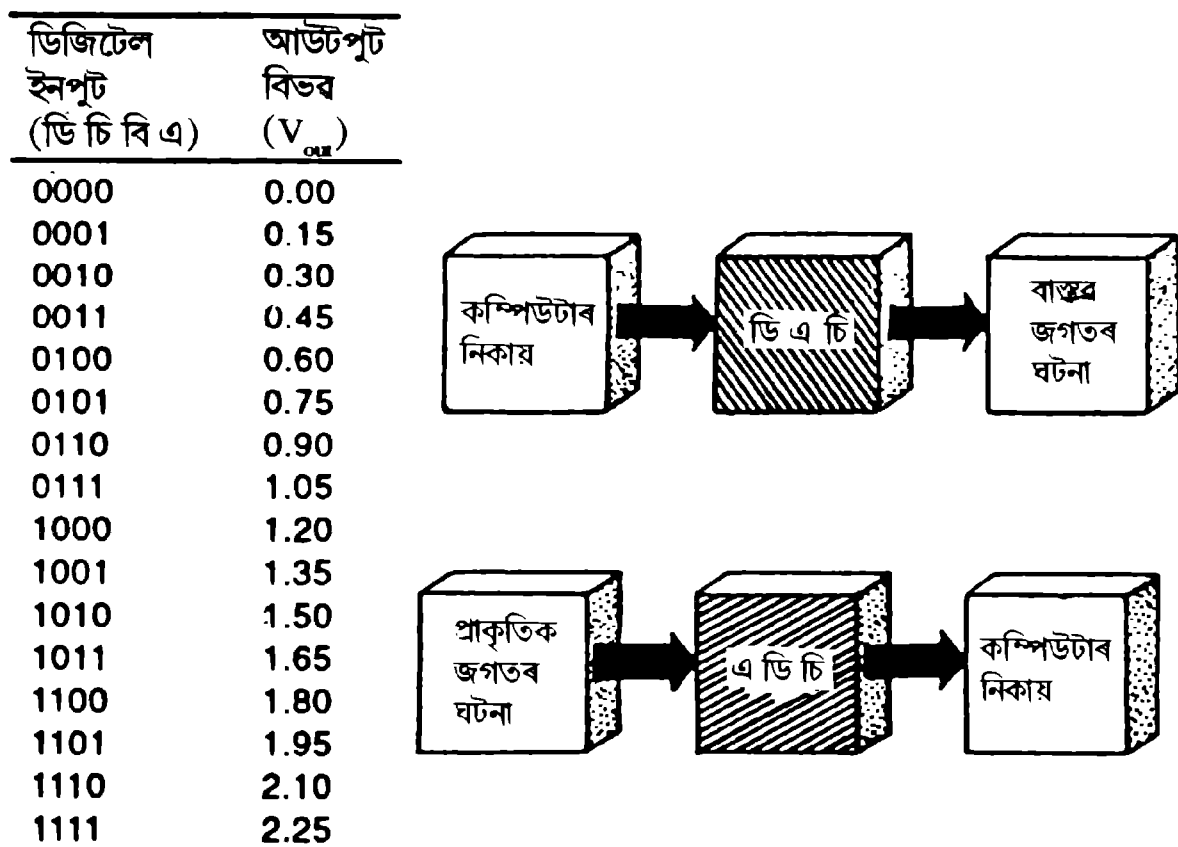
ব্যৱহাৰকাৰীয়ে নিজে প্ৰগ্ৰেম কৰিব পৰা (বেলেগ যন্ত্ৰাংশ ব্যৱহাৰ কৰি) ৰ'মো আছে আৰু ইয়াক ইলেকট্ৰনিক নিকায়ৰ তেওঁৰ নিজৰ বিশেষ চানেকীত ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰে। এনে আহিলাবোৰক প্ৰ'ম বোলা হয়, অৰ্থাৎ প্ৰগ্ৰেমযোগ্য ৰ'ম (programmable ROM)। গৱেষণাগাৰত প্ৰস্তুত কৰা নিকায়ত ব্যৱহাৰৰ কাৰণে এইবোৰ সুবিধাজনক। এনে মেম'ৰি চিপত এই বিশেষ প্ৰগ্ৰেমটো নিকায় চানেকী কৰোঁতাজনে নিজেই সংস্থাপন কৰিব পাৰে। কিছুমান প্ৰ'মৰ এটা অতিৰিক্ত বিশেষত্ব আছে, সেইটো হ'ল অতি বেঙুনীয়া ৰশ্মিত উন্মুক্ত কৰি সিহঁতৰ ওপৰত ৰেকৰ্ড কৰি থোৱা ডেটা মচি পেলাব পাৰি। এইবোৰক ইৰেইছেব্‌ল্ প্ৰ'ম (erasable PROM) বা ইপ্ৰ'ম বুলি কোৱা হয়। একোটা নিদৰ্শস্বৰূপ ইপ্ৰ'ম 25 মিনিটৰ ভিতৰতে মচি পুনৰ-প্ৰগ্ৰেম কৰিব পাৰি।

মেম'ৰিৰ চানেকীৰ পৰৱৰ্তী বিকাশৰ স্তৰটো হ'ল প্ৰিণ্টেড চাৰ্কিট বোৰ্ডত থকা অৱস্থাতে চিপক প্ৰগ্ৰেম আৰু পুনৰ-প্ৰগ্ৰেম কৰিব পৰা সামৰ্থ্য প্ৰদান কৰা। এইটো সম্ভৱ হৈছে ইইপ্ৰ'মৰ সহায়ত, যাৰ অৰ্থ হ'ল 'ইলেকট্ৰিকেলি ইৰেইছেব্‌ল্ প্ৰ'ম' (Electrically Erasable PROM)। আই চি-টোত বিশেষ চিপ এটা স্থাপন কৰি প্ৰগ্ৰেমিং আৰু ইৰেইছিং কৰিব পাৰি। আই চি-ৰ আটাইবোৰ বৈদ্যুতিক প্ৰান্ত স্পৰ্শ

কৰাকৈ ইয়াৰ সংযোগ থাকে। বাহ্যিক উৎস এটাৰ পৰা বিদ্যুৎ আধানৰ স্পন্দন মেম'ৰি কোষত স্থাপন কৰিব পাৰি নাইবা আধান উলিয়াই আনিব পাৰি।

এনালগৰ পৰা ডিজিটেল ফৰমেটলৈ ৰূপান্তৰ

মাইক্র'ফোন, বিকৃতি মাপক, বৈদ্যুতিক তাপমান যন্ত্র, অক্সিজেন সংসূচক, দূৰত্ব নির্ণয়কাৰী যন্ত্র ইত্যাদি আহিলাবোৰে এনালগ সংকেত সৃষ্টি কৰে। এনে ধৰণৰ আহিলাবোৰক তৰংগ পৰিৱর্তক (transducer) বুলি কোৱা হয়। মাইক্র'ফোন এটাই শব্দ তৰংগক নিৰৱচ্ছিন্নভাৱে সলনি হৈ থকা সমতুল্য বৈদ্যুতিক সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰে। কিন্তু, সকলো আধুনিক প্রছেছিং আৰু কম্পিউটিং ব্যৱস্থাই ডিজিটেল ম'ডত কাম কৰে,

ডিজিটেল ইনপুট (ডি চি বি এ)	আউটপুট বিভৱ (V_{out})
0000	0.00
0001	0.15
0010	0.30
0011	0.45
0100	0.60
0101	0.75
0110	0.90
0111	1.05
1000	1.20
1001	1.35
1010	1.50
1011	1.65
1100	1.80
1101	1.95
1110	2.10
1111	2.25

চিত্র 7.8 : ডিজিটেলৰ পৰা এনালগ আৰু এনালগৰ পৰা ডিজিটেল সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ।

কিয়নো ডিজিটেল লজিক আৰু মেম'ৰিৰে ডিজিটেল ইলেকট্রনিক বর্তনী ব্যৱহাৰ কৰি সূক্ষ্ম পৰিশুদ্ধতা সম্পন্ন যন্ত্র-পাতি নির্মাণ কৰাটো সহজসাধ্য। এইবোৰ অতি বিশ্বস্ত, শক্তিশালী, দীর্ঘম্যাদী আৰু ইহঁতৰ মূল্যমানো যুক্তিসংগত। ডিজিটেল ফৰমেটলৈ সুবিধাজনকভাৱে ৰূপান্তৰ কৰিব পাৰিলে এনালগ সংকেত প্রছেছিং কৰাটো সহজসাধ্য হৈ পৰে। এনে ৰূপান্তৰ তৎক্ষণাৎ আৰু সঠিকভাৱে কৰিবলৈ আজিকালি বিশেষ চিপ পোৱা যায়। যিবোৰ চিপে এনালগ সংকেতক ডিজিটেল সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰে সেইবোৰক এ ডি চি (এনালগ টু ডিজিটেল কনভাৰটাৰ) আৰু যিবোৰে ডিজিটেল সংকেতক এনালগলৈ ৰূপান্তৰ কৰে সেইবোৰক ডি এ চি (ডিজিটেল টু এনালগ কনভাৰটাৰ) বুলি কোৱা হয়।

৪

মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ আৰু বিশেষ চিপ

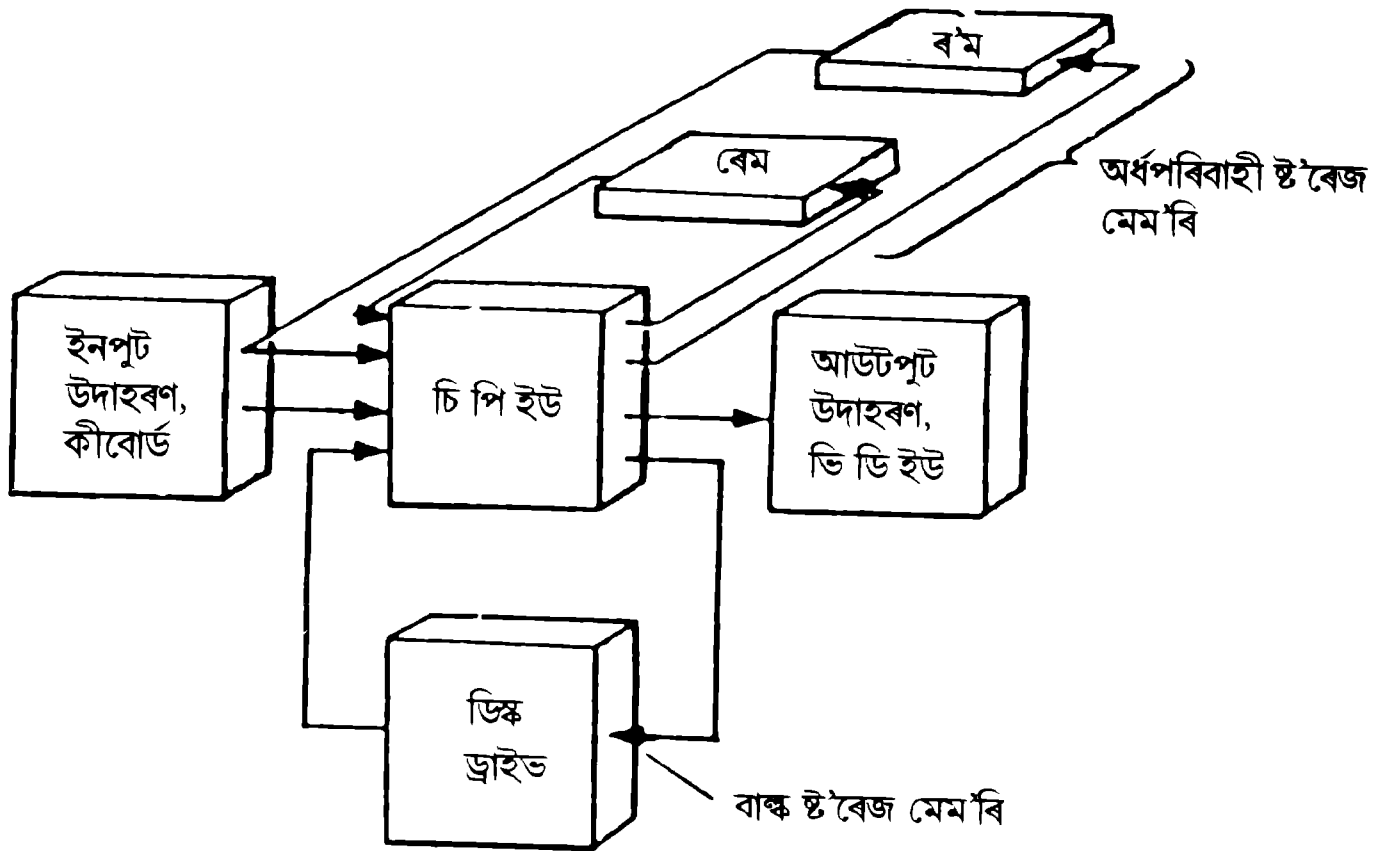
উনৈশশ উনষাঠি চনত সমন্বিত বৰ্তনীয়ে যেতিয়া প্ৰথম ভুমুকি মাৰিলে, তেতিয়া ই কেৱল প্ৰচুৰ সম্ভাৱনাময় এক নতুন কাৰিকৰী যুগৰেই সূচনা কৰা নাছিল, লগতে নতুনকৈ আৰ্বিভাৱ হোৱা প্ৰযুক্তি সমূহ পৰিচালনা কৰাৰ নতুন পথৰো সূচনা কৰিছিল। সেই সময়ত ইলেকট্ৰনিক্স নিজেই আছিল অপেক্ষাকৃতভাৱে নতুন বিজ্ঞান। অৱশ্যে, সুপ্ৰসিদ্ধ ব্ৰেণ্ড, লেখত ল'বলগীয়া আৰ্থিক অৱস্থা আৰু সম্ভ্ৰমজনক উৎপাদিত সামগ্ৰী সম্পন্ন বহুকেইটা সুপ্ৰতিষ্ঠিত (যিবোৰক প্ৰায় পৰম্পৰাগত বুলিয়েই ক'ব পাৰি) উৎপাদক কোম্পানী আছিল। এই আটাইবোৰ প্ৰতিষ্ঠানেই সমন্বিত বৰ্তনীৰ এই নতুন প্ৰযুক্তিৰ বিকাশৰ বাবে উৎসাহী আছিল, কিয়নো তেওঁলোকৰ ইলেকট্ৰনিক আৰু হাৰ্ডৱে'ৰৰ মূল উৎপন্ন সামগ্ৰীবোৰক সহায় কৰিব পৰাৰ ক্ষমতা এই প্ৰযুক্তিৰ আছিল।

অন্যহাতে আছিল এক বুজন সংখ্যক যুৱ-অভিযন্তা, যি সকলৰ বয়স আছিল বিশ আৰু ত্ৰিশৰ কোঠাত, নতুন নতুন আঁচনি উদ্ভাৱনৰ বাবে যি সকল আছিল পৰম উৎসাহী! এওঁলোক আছিল সাহসী, ৰোমাঞ্চপ্ৰিয় আৰু সম্ভাব্য ক্ষয়ক্ষতিৰ দায়িত্ব ল'বলৈ ইচ্ছুক। এওঁলোকে গৱেষণা পৰিচালনা আৰু প্ৰতিষ্ঠান নিয়ন্ত্ৰণৰ প্ৰচলিত ধ্যান-ধাৰণাৰ মাজৰ পৰা ওলাই আহিব বিচাৰিছিল। অৰ্ধপৰিবাহী আৰু কম্পিউটাৰ বিজ্ঞানৰ ক্ষেত্ৰত বিশেষভাৱে পাৰদৰ্শী এই যুৱ-বিজ্ঞানীসকলে উচ্চ বিদ্যায়তনিক মৰ্যাদাৰ বাবে বিখ্যাত ষ্টেনফোৰ্ড বিশ্ববিদ্যালয়ৰ ওচৰে-পাজৰে তেওঁলোকৰ কৰ্মযজ্ঞ আৰম্ভ কৰিছিল। কেলিফৰ্ণিয়াৰ সেই বিশেষ অঞ্চলটো অনতিপলমে 'ছিলিকন ভেলি' নামেৰে পৰিচিত হৈ পৰিল। উনৈশশ সত্তৰ চন মানলৈ কেই কিলোমিটাৰমান দূৰত্বৰ ভিতৰতে অন্ততঃ 25 টা অৰ্ধপৰিবাহী কোম্পানী প্ৰতিষ্ঠিত হৈছিল। বৰ্তমান অৰ্ধপৰিবাহী আৰু কম্পিউটাৰৰ প্ৰায় সকলো দিশতে পাৰদৰ্শিতা অৰ্জন কৰা অসংখ্য উদ্যোগ ছিলিকন ভেলিত গঢ় লৈ উঠিছে।

এই ডেকা বিজ্ঞানীসকলে মূলতঃ একক 'হাই টেক' (high tech) যন্ত্ৰাংশৰ

ওপৰত মনোনিবেশ কৰিছিল আৰু সেইবোৰক যিমান সম্ভৱ সম্পূৰ্ণকৈ প্ৰয়োগ কৰিছিল। অৰ্ধপৰিবাহী আহিলাৰ এই নতুন প্ৰযুক্তিৰ ক্ষেত্ৰত তেওঁলোকে এনে এক আত্মবিশ্বাসৰ পৰিবেশ গঢ়ি তুলিবলৈ সক্ষম হৈছিল যে অসংখ্য বিত্তীয় প্ৰতিষ্ঠানে তেওঁলোকৰ নতুন নতুন ভাৱনা-চিন্তাক উৎসাহিত কৰিবলৈ আগবাঢ়ি আহিছিল। এনেকুৱা এটা প্ৰতিষ্ঠান আছিল ইনটেল (ইণ্টিগ্ৰেটেড ইলেকট্ৰনিক্স) কৰ্পৰেছন—ছাণ্টা ক্লাৰাৰ ওচৰত আগতে ফলমূলৰ বাগিছা থকা এটুকুৰা ঠাইত 1969 চনত যাৰ প্ৰতিষ্ঠা হৈছিল। প্ৰথম প্ৰচেষ্টা হিচাপে তেওঁলোকে অৰ্ধপৰিবাহী মেম'ৰি, বিশেষকৈ ৰেম উৎপাদন কৰাৰ প্ৰচেষ্টা হাতত ল'লে। কম্পিউটাৰৰ ৰেণ্ডম এক্সেছ মেম'ৰি ৰূপে থকা চুম্বকীয় সজ্জাৰ স্থান এই মেম'ৰি চিপবোৰে তেতিয়া লাহে লাহে দখল কৰিবলৈ আৰম্ভ কৰিছে। চুম্বকীয় সজ্জা মেম'ৰিবোৰ আকাৰত বৰ ডাঙৰ আছিল আৰু কাৰ্যক্ষেত্ৰত তুলনামূলকভাৱে মন্থৰ আছিল আৰু সেয়ে যেতিয়া অৰ্ধপৰিবাহী ৰেম সহজলভ্য হ'ল, তেতিয়া কম্পিউটাৰ উদ্যোগে পৰম আগ্ৰহেৰে সিহঁতক গ্ৰহণ কৰিলে। অৰ্ধপৰিবাহী ৰেমে কম্পিউটাৰৰ আকাৰ সৰু কৰাত আৰু কাৰ্যৰ গতি ত্বৰাণ্বিত কৰাত সহায় কৰিলে।

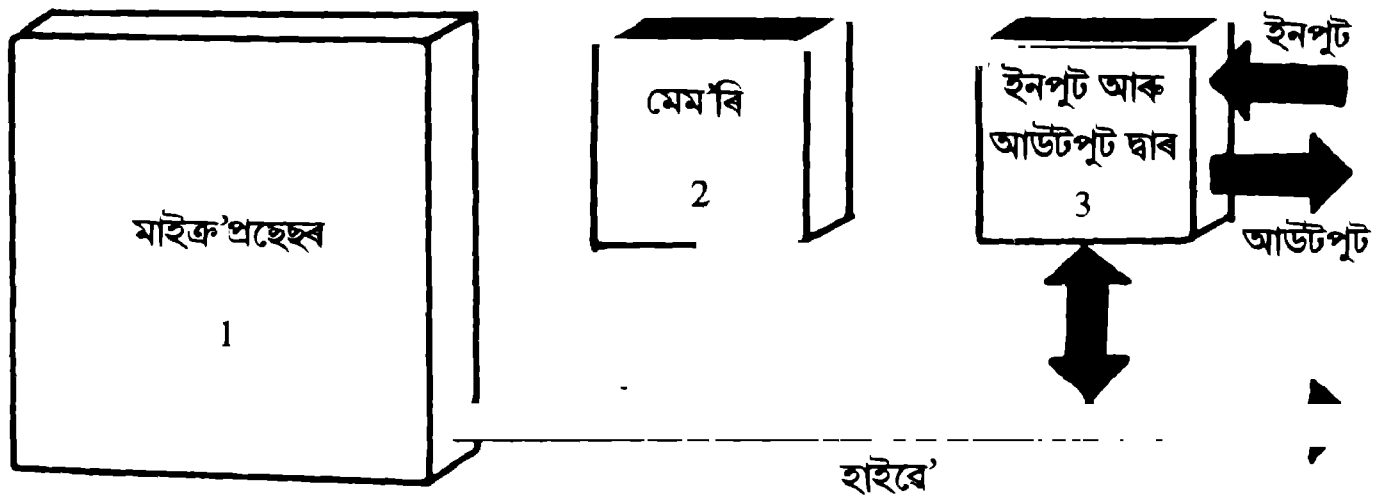
বুৰঞ্জীৰ বুকুৰে অকণমান পিছুৱাই গ'লে আমি দেখিম যে 'এনিয়াক' নামৰ প্ৰথম ইলেকট্ৰনিক কম্পিউটাৰটো 1946 চনত নিৰ্মাণ কৰা হৈছিল। এটা বৈশিষ্ট্যপূৰ্ণ দিশত ই আধুনিক কম্পিউটাৰতকৈ পৃথক আছিল। ইয়াৰ প্ৰগ্ৰেম (অৰ্থাৎ কাম এটা সম্পূৰ্ণ কৰিবলৈ যি কাৰ্যক্ৰম মতে ই চলিব লাগে) বাহ্যিকভাৱে সংৰক্ষণ কৰিব লাগিছিল। ইয়াৰ অৰ্থ এয়ে যে যি দ্ৰুতিত সেই যুগৰ আওপুৰণি কাৰ্ড বা পেপাৰ টে'প ৰিডাৰে নিৰ্দেশাৱলী পঢ়িব পাৰিছিল সেই দ্ৰুতিতহে প্ৰগ্ৰেমটো কাৰ্যকৰী কৰিব পৰা গৈছিল। ফন্ নিউমেনে (1903-57) এটা গুৰুত্বপূৰ্ণ ধাৰণাগত পৰিৱৰ্তন সাধন কৰিলে। তেওঁ মত আগবঢ়ালে যে এটা সমস্যা সমাধান কৰিবলৈ কম্পিউটাৰ এটাই অনুসৰণ কৰিবলগীয়া সকলো নিৰ্দেশ, অৰ্থাৎ ইয়াৰ প্ৰগ্ৰেমটো সাংকেতিক ভাষালৈ ৰূপান্তৰ কৰিব পাৰি আৰু ডেটাৰ লগতে কম্পিউটাৰত ভৰাব পাৰি। এই 'সঞ্চিত প্ৰগ্ৰেম নিয়ন্ত্ৰণ'ৰ ধাৰণাটোৱে কম্পিউটাৰক বহু পৰিমাণে নমনীয়তা প্ৰদান কৰিলে। কম্পিউটাৰে ইয়াৰ মেম'ৰিৰ পৰা বিভিন্ন উপ-প্ৰগ্ৰেমবোৰ নিজেই বিচাৰি আনিব পাৰে। এনেকুৱা আটাইবোৰ প্ৰগ্ৰেম কম্পিউটাৰৰ ভিতৰতে থাকে আৰু যেতিয়াই দৰকাৰ তেতিয়াই সেইবোৰ পুনৰুদ্ধাৰ কৰিব পাৰি। যদি কোনোবাই নতুন সমস্যা এটা সমাধান কৰিব খোজে, তেন্তে তেওঁ কৰিবলগীয়া কামটো হ'ল এটা নতুন প্ৰগ্ৰেম লিখা (অৰ্থাৎ এটা নতুন ছফ্‌ট্‌ৱেৰ প্ৰস্তুত কৰা) আৰু ডেটাৰ সৈতে সেইটো কম্পিউটাৰত ফিড্ কৰা।

চিত্ৰ 8.1-ত কম্পিউটাৰ ব্যৱস্থা এটাৰ খণ্ড চিত্ৰ দেখুওৱা হৈছে। গোটেই ব্যৱস্থাটোৰ কলিজাটো হ'ল চি পি ইউ (চেণ্ট্ৰেল প্ৰছেছিং ইউনিট)। ই ক্ৰমান্বয়িকভাৱে আদেশ অনুসৰি ইনপুট ডেটা প্ৰছেছ কৰে। চি পি ইউ-টো তিনিটা অংশেৰে গঠিত, সেইবোৰ হ'ল এৰিথ্‌মেটিক-কাম-লজিক ইউনিট (এ এল ইউ), কণ্ট্ৰ'ল ইউনিট (চি ইউ) আৰু

চিত্ৰ 8.1 : এটা বুনিয়াদী কম্পিউটাৰ নিকায়।

মেম'ৰি। এ এল ইউ-এ প্ৰকৃত গণনা আৰু আটাইবোৰ লজিক কাৰ্য সম্পাদন কৰে। কণ্ট্ৰল ইউনিটে নিৰ্দেশাৱলী ডিক'ড (decode) কৰি আদেশ সংকেত সৃষ্টি কৰে যিয়ে ডেটা সংশ্লেষণ সম্পাদন কৰে। কম্পিউটাৰটোৰ বিভিন্ন অংশলৈ ই নিৰ্দেশনা প্ৰেৰণ কৰে আৰু কম্পিউটাৰৰ মাজেৰে ঘটা তথ্যৰ প্ৰবাহ নিয়ন্ত্ৰণ কৰে।

চি পি ইউ-ৰ ভিতৰত থকা মেম'ৰি মূলতঃ ৰেম আৰু পঞ্জীৰে গঠিত। পোনতে মূল মেম'ৰিৰ পৰা ডেটা অনা হয় আৰু প্ৰয়োজন হোৱালৈকে এইবোৰ অন্তৰ্বৰ্তী মেম'ৰিত ৰখা হয়। 'বাছ' বোলা এক ব্যৱস্থাৰে কম্পিউটাৰৰ ভিতৰত ডেটাৰ প্ৰবাহ ঘটে। এইটো হ'ল সমান্তৰালভাৱে থকা N-ডাল তাঁৰ, N-হ'ল কম্পিউটাৰ ৱৰ্ডত ব্যৱহাৰ কৰা বিটৰ সংখ্যা। বেছিভাগ মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ ক্ষেত্ৰত N আঠ বা যোল্ল। মূল মেম'ৰিৰ পৰা তথ্য আহৰণ কৰিবলৈ ইয়াৰ ঠিকনাটো 'এড্ৰেছ বাছ'-এৰে পঠোৱা হয়। প্ৰয়োজনীয় তথ্যবোৰ আহে 'ডেটা বাছ'-এৰে আৰু চি পি ইউ-এ সেইবোৰ গ্ৰহণ কৰে। কিছুমান মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰে প্ৰথমে ঠিকনা আৰু তাৰ পিছত ডেটা কঢ়িয়াবলৈ একে বাছ ব্যৱহাৰ কৰে, কিন্তু আধুনিক মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰবোৰে সম্পূৰ্ণৰূপে পৃথক বাছ ব্যৱহাৰ কৰে। পাৰ্ছনেল কম্পিউটাৰত (পি চি) কীবোৰ্ডৰ সহায়েৰে ডেটা ফিড্ কৰা হয়। পি চি-ত কিছুমান পোৰ্ট বা প্ৰবেশ দ্বাৰো থাকে, যিবোৰৰ মাজেৰে বহিঃউৎস এটাৰ পৰাও ডেটা আহিব পাৰে। প্ৰছেছিঙৰ পাছৰ ফলাফলবোৰ ভিডিঅ' ডিচ্‌প্লে' ইউনিট (ভি ডি ইউ)-ত প্ৰদৰ্শন কৰিব পাৰি নাইবা কাগজত ছপা কৰিব পাৰি।

প্ৰথম আৰু দ্বিতীয় প্ৰজন্মৰ কম্পিউটাৰৰ দৰ্শন আছিল এইটো যে সিহঁতে সকলো ধৰণৰ সমস্যা পৰিচালনা কৰাত সক্ষম হ'ব লাগিব—গাণিতিক সমীকৰণৰ সমাধান কৰাৰ পৰা আৰম্ভ কৰি এটা কাৰখানা বা এটা বৃহৎ ব্যৱসায়িক প্ৰতিষ্ঠান পৰিচালনা কৰালৈকে। প্ৰয়োজনীয় সামগ্ৰীটো হ'ল সঠিক ছফ্‌ট্‌ৱেৰ। কম্পিউটাৰ বিশেষজ্ঞ এজনক আপুনি ডেটাবোৰ দি দিলে (পাঞ্চড্ কাৰ্ডত) কেই ঘণ্টামানৰ ভিতৰতে তেওঁ আপোনাৰ গাণিতিক সমস্যা সমাধান কৰি দিব পাৰিছিল। সমন্বিত বৰ্তনীৰ আশীৰ্বাদত 1950-ৰ দশকৰ শেষৰ ফাললৈ কম্পিউটাৰ সৰু হৈ আহিবলৈ ধৰিলে। আকাৰ সৰু হৈ অহাৰ উপৰিও সৰু সৰু অনুষ্ঠান-প্ৰতিষ্ঠানেও এইবোৰ ক্ৰয় কৰিব পৰা হ'ল। কিছুমান বিশেষ বিশেষ ক্ষেত্ৰত, যেনে বৈদ্যুতিক যন্ত্ৰৰ নিয়ন্ত্ৰণ, শক্তি উৎপাদন কেন্দ্ৰ, নিউমেৰিকেল মেছিন টুলৰ নিয়ন্ত্ৰণ, ৰাসায়নিক প্ৰক্ৰিয়া, আৰু উচ্চ যান্ত্ৰিক নিকায় সমূহৰ অংশ হিচাপে এই 'মিনি কম্পিউটাৰ'বোৰ প্ৰায়েই ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল। এই মিনি কম্পিউটাৰবোৰে কম্পিউটাৰ সম্পৰ্কে অভিযন্তা আৰু বিজ্ঞানীসকলৰ দৃষ্টিভংগীৰ এটা ডাঙৰ পৰিৱৰ্তন ঘটালে। কম্পিউটাৰক তেওঁলোকে ৰহস্যময় দেৱাংগ-পুৰুষ বুলি ভাবিবলৈ এৰি দিলে!

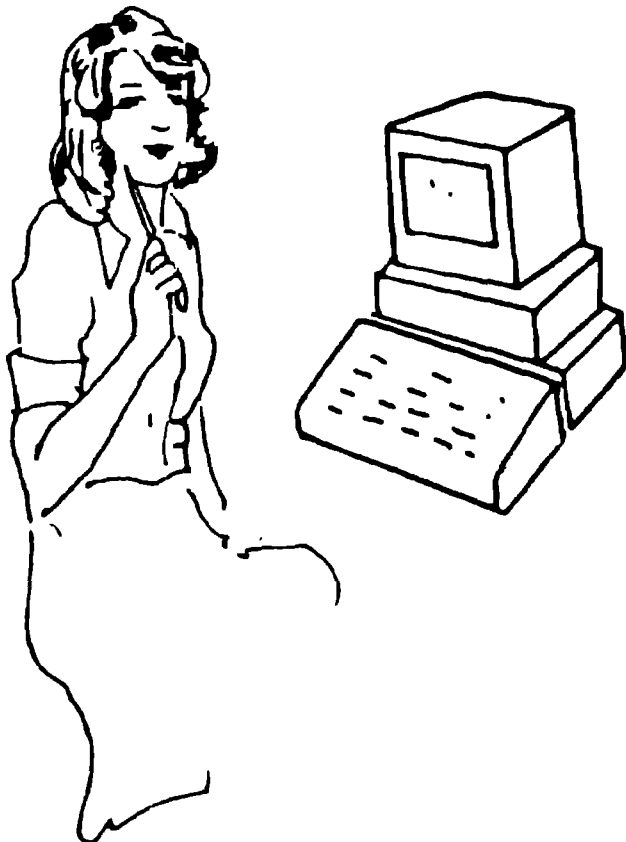
ইনটেলৰ কাহিনীটোলৈ ঘূৰি আঁহো; অৰ্ধপৰিবাহী ৰেমৰ নিৰ্মাণ আৰু বিক্ৰী কৰি তেওঁলোকে বেছ ভালকৈয়ে ব্যৱসায় চলাই আছিল। তেতিয়ালৈকে জাপানীসকলে প্ৰয়োজনীয় সকলো চিপ আমেৰিকাৰ পৰা ক্ৰয় কৰিছিল, তেওঁলোকৰ দেশৰ তুলনামূলকভাৱে সস্তীয়া শ্ৰম ব্যৱহাৰ কৰি সেইবোৰেৰে কেলকুলেটৰ সমাবিষ্ট (assemble) কৰিছিল আৰু এটা ন্যায়সংগত মূল্যত সেইবোৰ আকৌ আমেৰিকালৈকে ৰপ্তানি কৰিছিল। ইলেকট্ৰনিক কেলকুলেটৰ সমাবিষ্ট কৰি ব্যৱসায় কৰা এটা জাপানী কোম্পানীৰ পৰা 1970-ৰ আগভাগত ইনেটেলে এটা ঠিকা পালে। ঠিকাটো হ'ল এক নতুন প্ৰজন্মৰ কেলকুলেটৰৰ বাবে নতুন কেইবিধমান চিপৰ বিকাশ সাধন কৰিব লাগে। ইনটেল-ত এই আঁচনিৰ দায়িত্বত থকা বিজ্ঞানী টেড হফৰ মনলৈ এটা নতুন চিন্তা আহিল। কেলকুলেটৰৰ প্ৰতিটো সংস্কৰণৰ কাৰণে বেলেগ বেলেগ চিপৰ চানেকী কৰাৰ সলনি এক ধৰণৰ বিশ্বজনীন চিপৰ চানেকি কিয় কৰিব নোৱৰি? কেলকুলেটৰৰ এটা বিশেষ সংস্কৰণৰ বাবে এইটো যথাযথ প্ৰগ্ৰেম-সম্পন্ন (সমাবিষ্ট কৰাৰ আগে আগে) কৰি ল'ব পৰা যাব। যি ধৰণৰ বিচাৰিছিল সেই ধৰণৰ চিপ জাপানী কোম্পানীটোৱে পালে, কিন্তু ইনটেল-এ হফক তেওঁৰ নতুন চিন্তাটো সম্পৰ্কে অধিক গৱেষণা চলাবলৈ উৎসাহিত কৰিলে। হফে আটাইবোৰ এৰিথ্‌মেটিক আৰু লজিকেল প্ৰছেছিং উপাংশ এটা অকলশৰীয়া চিপত একেলগ কৰিলে। বস্তুতঃ একোটা চিপত তেওঁ 2,250 টা উপাংশ একেলগ কৰাত সক্ষম হ'ল! এই চানেকীটোৰ বৈশিষ্ট্য আছিল এয়ে যে চি পি ইউৰ বেছিভাগ কামেই এতিয়া 4 বৰ্গ মিলিমিটাৰৰ এটুকুৰা চিপত আৱদ্ধ হৈ পৰিল। এই চিপটো যেতিয়া মেম'ৰি আৰু পঞ্জী থকা অন্য আই চি-ৰ সৈতে সংযোজিত কৰা

চিত্ৰ ৪.2: মাইক্ৰ'কম্পিউটাৰ এটাৰ ইলেকট্ৰনিক ব্যৱস্থা।

হ'ল, আৰু প্ৰয়োজনীয় ইনপুট আৰু আউটপুট প্ৰান্ত প্ৰদান কৰা হ'ল, তেতিয়া ইয়াক এটা অকণমনি কম্পিউটাৰ বা এটা 'মাইক্ৰ'কম্পিউটাৰ' হিচাপে ব্যৱহাৰ কৰিব পৰা গ'ল! হফৰ এই চিপটো পিছলৈ 'মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ' হিচাপে জনাজাত হ'ল।

ইনটেল আৰু অন্যান্য অৰ্ধপৰিবাহী কোম্পানীবোৰ অধিক আগবাঢ়ি গৈ বিভিন্ন মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ চানেকী তৈয়াৰ কৰিবলৈ ধৰিলে। প্ৰথম মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰটোত চাৰিটা বিটৰ ৱৰ্ড ব্যৱহাৰ কৰা হৈছিল, কিন্তু পৰৱৰ্তী সংস্কৰণবোৰে আঠটা, ষোল্লটা, আৰু আনকি বত্ৰিছটা বিটৰ ৱৰ্ডো ব্যৱহাৰ কৰিব পৰা হ'ল। সময়ৰ লগে লগে সিহঁতৰ দ্ৰুতিৰো উন্নতি ঘটিল আৰু বৰ্তমান 100 মেগাহাৰ্টজ দ্ৰুতিৰ মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰৰ কথা উল্লেখ কৰি দিয়া বিজ্ঞাপন পোৱাটো একো অসাধাৰণ কথা নহয়। এইটো দৰাচলতে মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ আৰু ইয়াৰ সংলগ্ন বৰ্তনীৰ কাম কৰিবলৈ প্ৰয়োজন হোৱা ঘড়ীৰ স্পন্দন উৎপাদন কৰা ক্ৰিষ্টেল দোলকৰ কম্পনাংক।

ঊনৈশশ এসত্তৰ চনৰ শেষৰ ফাললৈ প্ৰথম মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰটো বজাৰত ওলাইছিল। মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰৰ সাফল্যৰ আঁৰৰ কথাটো কেৱল এয়ে নহয় যে ই ক্ষুদ্ৰ কম্পিউটাৰৰ বজাৰখন উন্মোচিত কৰাত সক্ষম হৈছিল, লগতে ই অন্যান্য বহুতো নতুন বজাৰো সৃষ্টি কৰিলে! অতি সোনকালেই এইটো দেখা গ'ল যে কেইটামান চিপ একত্ৰ কৰিয়ে 1950-ৰ দশকৰ বৃহৎ কম্পিউটাৰ একোটাতকৈও বেছি কাম-কাজ কৰিব পাৰি! আগতে নভবা একেবাৰে নতুন উপভোক্তা বজাৰ এখন ইনটেলৰ সন্মুখত দেখা দিলে। উৎপাদিত মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰৰ এক বুজন অংশ সাধাৰণ উদ্দেশ্যৰ কম্পিউটাৰৰ পৰিৱৰ্তে মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ-ভিত্তিক এদনীয়া ব্যৱস্থাত ব্যৱহাৰ হ'বলৈ ধৰিলে। ইয়াত মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰে এটা এদনীয়া প্ৰগ্ৰেমৰ সহায়েৰে মাইক্ৰ'কণ্ট্ৰলাৰৰ ভূমিকা পালন কৰে। এনে ধৰণৰ প্ৰয়োগৰ উদাহৰণ হিচাপে ডিজিটেল জোখ-মাপ যন্ত্ৰ, ইলেক্ট্ৰনিক গে'ম, হিচাপ পঞ্জী, মাইক্ৰ'ৱেভ অ'ভেন, মটৰ গাড়ী আৰু ট্ৰেফিক লাইট আদিৰ কথা ক'ব পাৰি।

বিংশ শতিকাৰ সূচনাৰ সময়ৰ পৰাই সকলো অফিছতে টাইপৰাইটাৰ ব্যৱহাৰ হৈ আহিছে। দক্ষ ষ্টেনোগ্ৰাফাৰে ডিক্টেছন গ্ৰহণ কৰে আৰু সেয়া টাইপ কৰি উলিয়ায়। যদি কিবা ভুল-ভ্ৰান্তি ৰৈ যায়, তেন্তে গোটেই চিঠিখন পুনৰ টাইপ কৰিবলগীয়া হয়; যাৰ ফলত সময়ো নষ্ট হয় আৰু গোটেই কামটোও বিৰক্তিকৰ হৈ পৰে। চিপে টাইপিষ্টসকললৈ সহায়ৰ হাত আগবঢ়ালে। ইলেকট্ৰনিক টাইপৰাইটাৰৰ কীবোৰ্ডত এটা চিপ থাকে যি টাইপ কৰা আখৰটো এ এছ চি আই আই সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰে। এইবোৰ মেম'ৰি চিপত সংৰক্ষণ কৰা হয় আৰু একেসময়তে মনিটৰতো প্ৰদৰ্শন কৰা হয়। ভুল-ভ্ৰান্তি শুধৰোৱাৰ বা প্ৰয়োজনীয় পৰিৱৰ্তন ঘটোৱাৰ পিছত টাইপিষ্টজনে চাবি এটা টিপি দিলে কাগজত গোটেই পাঠটো টাইপ হয়। অনুমোদনৰ পিছত ইয়াক লে'জাৰ প্ৰিণ্টাৰ বা প্ৰচলিত আন প্ৰিণ্টাৰৰ সহায়ত লেটাৰ হে'ডত ছপাব পাৰি। 'ৱৰ্ড প্ৰছেছৰ'ৰ আৰু অধিক উন্নত সংস্কৰণবোৰৰ সহায়ত আনকি বৰ্ণাশুদ্ধিও পৰীক্ষা কৰিব পাৰি!

মটৰ গাড়ীত ব্যৱহাৰ কৰা পেট্ৰ'ল ইঞ্জিনে তৰল ইন্ধনত থকা লীন শক্তিক যান্ত্ৰিক শক্তিলৈ ৰূপান্তৰ কৰে। বন্ধ প্ৰকোষ্ঠ এটাত পেট্ৰ'ল দহন কৰি এইটো কৰা হয়, যাৰ এটা মূৰত আৱৰ্ত অক্ষ এটাৰ সৈতে সংযোজিত পিষ্টন এটা থাকে। এটা ইনলে'ট ভাল্‌ভ খোল খাই প্ৰকোষ্ঠটোলৈ পেট্ৰ'ল আৰু বায়ু সোমাবলৈ দিয়ে আৰু এটা বৈদ্যুতিক স্ফুলিংগই এইটো প্ৰজ্জ্বলিত কৰে, যাৰ ফলত এক বৃহৎ পৰিমাণৰ শক্তি নিৰ্গত হয়। ভাল্‌ভৰ সময়ৰ সামঞ্জস্য আৰু স্ফুলিংগৰ কাৰ্যকৰণ ইঞ্জিনৰ চানেকী নিৰ্মাণৰ অতি গুৰুত্বপূৰ্ণ অংশ। সৌ সিদিনালৈকে পেট্ৰ'ল ইঞ্জিন ঘূৰ্ণীয়মান কে'ম আৰু টেপে'টৰ

চিত্ৰ 8.3 : অফিছ এটাত কম্পিউটাৰৰ ব্যৱহাৰ।

সহায়ত যান্ত্রিকভাৱে নিয়ন্ত্রণ কৰা হৈছিল। সম্প্রতি মাইক্র'প্রছেছৰ-ভিত্তিক বৈদ্যুতিক ব্যৱস্থাই যান্ত্রিক নিয়ন্ত্রণ ব্যৱস্থাৰ স্থান গ্রহণ কৰিছে। আগৰ যান্ত্রিক ব্যৱস্থাই ইঞ্জিনৰ সকলো অৱস্থাতে সুচাৰুৰূপে কাম কৰিব নোৱাৰিছিল। মটৰ গাড়ীৰ ডিচট্রিবিউটৰত থকা যান্ত্রিকভাৱে নিয়ন্ত্রিত ছুইচৰ ঠাইত এটা ইলেকট্রনিক আহিলা স্থাপন কৰা হয়। মাইক্র'প্রছেছৰে চৰ্তসাপেক্ষ নিৰ্দেশনা পালন কৰিব পাৰে। ইঞ্জিনৰ দ্রুতি আৰু সোমাই অহা বায়ুৰ চাপৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰি স্ফুলিংগটোৰ সময় কেই মিলিচেকেণ্ডমান আগবঢ়াই দিব পাৰি। এনে নিয়ন্ত্রণৰ সহজতম উপায়টো হ'ল প্রাচলবোৰ নিৰ্ণয় কৰা (তৰংগ পৰিৱৰ্তক ব্যৱহাৰ কৰি), আৰু তাৰ পিছত ৰ'মত থকা সাৰণী এখনৰ সাপেক্ষে স্ফুলিংগৰ সময়টো ঠিক কৰা। এনে মাইক্র'প্রছেছৰ-ভিত্তিক স্ফুলিংগ সময়-সামঞ্জস্য ব্যৱস্থাই মটৰ গাড়ীখনক ইন্ধন-দক্ষ কৰাতো সহায় কৰে। সিহঁতে ইন্ধনৰ যথাযথ দহন হোৱাটোও নিশ্চিত কৰে আৰু এই কথাটোৱে বায়ুমণ্ডলৰ প্রদূষণ হ্রাস কৰাত সহায় কৰে।

যোগাযোগৰ বাবে চিপ

এনালগ সংকেতক ডিজিটেল স্পন্দন প্রবাহলৈ ৰূপান্তৰিত কৰিবলৈ আৰু তাক আকৌ কথালৈ ৰূপান্তৰ কৰিবলৈ ব্যৱহাৰ কৰা ক'ডেক চিপৰ গুৰুত্বৰ কথা আগতেই উল্লেখ কৰা হৈছে। সমাক্ষ কেব্‌লৰ (coaxial cable) জৰিয়তে 64 কিলোবিটৰ পি চি এম সংকেত এখন নগৰৰ পৰা আন এখনলৈ পঠাব পাৰি। কৃত্রিম উপগ্রহৰ জৰিয়তে এই সংকেত এখন দেশৰ পৰা আন এখন দেশলৈও যাব পাৰে। অতি সম্প্রতি ঘটা পৰিৱৰ্তনটো হ'ল যোগাযোগৰ মাধ্যম হিচাপে অপ্টিকেল ফাইবাৰৰ ব্যৱহাৰ। অপ্টিকেল ফাইবাৰে প্রতি চেকেণ্ডত সমাক্ষ কেব্‌ল বা আনকি মাইক্র'ৱেভ সংযোগতকৈ অধিক বিট কঢ়িয়াব পাৰে। এনেকুৱা আটাইবোৰ ডিজিটেল যোগাযোগ ব্যৱস্থাত কথা এটা উপাদান মাত্র। অন্যান্য উপাদানবোৰ হ'ল টেলিফেক্স, ফেক্স আৰু ইলেকট্রনিক মেইলৰ দৰে তথ্য সেৱাবোৰ। ধাৰণাগত দিশৰ পৰা একেবাৰে নতুন এই ধৰণৰ সম্পূৰ্ণ ডিজিটেল যোগাযোগ ব্যৱস্থাক 'ইন্টিগ্রেটেড চাৰ্ভিচেজ ডিজিটেল নেটৱৰ্ক' বা আই এছ ডি এন. বুলি কোৱা হয় আৰু পৃথিৱীৰ সকলো দেশতে এই শতিকাটো শেষ হোৱাৰ আগতেই এনে ব্যৱস্থা স্থাপন কৰিবলৈ লক্ষ্য স্থিৰ কৰা হৈছে। এইটো স্মৰণীয় যে যোগাযোগ ব্যৱস্থাৰ স্থাপনা অত্যন্ত ব্যয়-বহুল। প্রযুক্তিৰ পৰিৱৰ্তন বা উন্নতিৰ লগে লগে যোগাযোগৰ আহিলাবোৰৰ পৰিৱৰ্তন সাধন কৰিব পৰা আৰ্থিক সামৰ্থ্য বেছিভাগ দেশৰে নাই। সি যি কি নহওক, সকলো উন্নত যোগাযোগ ব্যৱস্থাই যোগাযোগৰ চেনেলটোৰ বিভিন্ন স্তৰত ব্যৱহৃত হোৱা আই চি চিপৰ সংখ্যাধিক্যৰ ওপৰত নিৰ্ভৰ কৰে।

পৃথিৱীৰ বিভিন্ন অংশত চেলুলাৰ টেলিফোন আৰু ৰেডিঅ' পেজিং ব্যৱস্থাৰো প্রচলন হ'বলৈ ধৰিছে। চেলুলাৰ টেলিফোন ব্যৱস্থাই গাড়ী আদিত ভ্রমণৰত অৱস্থাতো

ঘৰত বা অফিছত থাকি কৰাৰ দৰেই প্ৰচলিত টেলিফোন সেৱা ব্যৱহাৰ কৰাত সহায় কৰে। গাড়ীখনৰ পৰা এটা বিশেষ ভৌগোলিক অঞ্চলৰ বাবে থকা ন'ডেল কেন্দ্ৰৰ সৈতে ৰেডিঅ' টেলিফোন সংযোগ স্থাপন কৰিব পাৰি। এই কেন্দ্ৰই অন্য মূৰৰ মানুহ গৰাকীৰ সৈতে প্ৰচলিত টেলিফোন নেটৱৰ্কৰ জৰিয়তে যোগাযোগ স্থাপন কৰি দিয়ে। অন্য ভৌগোলিক মণ্ডলত ভ্ৰমণৰত মানুহৰ লগতো যোগাযোগ কৰিব পাৰি। ভ্ৰমণৰত গাড়ীখন যদি এটা বিশেষ মণ্ডলৰ বাহিৰ ওলাই যায়, তেন্তে স্বয়ংক্ৰিয়ভাৱে টেলিফোন সংযোগো নতুন মাণ্ডলিক কেন্দ্ৰলৈ স্থানান্তৰিত হৈ যায়, এই স্থানান্তৰণ ব্যৱহাৰকাৰীজনে গম নোপোৱাকৈয়ে ঘটে। এই গোটেই ব্যৱস্থাটোত অসংখ্য ইলেকট্ৰনিক ছুইচিং ব্যৱস্থাৰ প্ৰয়োজন হয় আৰু সংকেতবোৰ বিভিন্ন মাধ্যমেৰে ভ্ৰমণ কৰি প্ৰকৃত গ্ৰাহকজনৰ ওচৰ পায়গৈ। চেলুলাৰ সংযোগ প্ৰদান কৰা প্ৰতিষ্ঠানবোৰৰ বৰ্তমানৰ জনপ্ৰিয় শ্লোগানটো হ'ল 'যি কোনো সময়তে, যি কোনো ঠাইতে'। এইটো নিঃসন্দেহে এটা উচ্চাভিলাষী আঁচনি আৰু ইয়াৰ সৈতে ব্যক্তিগত যোগাযোগ নেটৱৰ্ক (Personal Communication Network) স্থাপন কৰাটো জড়িত হৈ আছে। এটা কোম্পানীয়ে আনকি এই উদ্দেশ্যে অসংখ্য নিম্ন কক্ষপথ সম্পন্ন উপগ্ৰহ স্থাপনৰ কথাও ভাবিছে। ইয়াৰ অৰ্থ এয়ে যে গ্ৰাহকজনক (আৰু তেওঁৰ ব্যক্তিগত যোগাযোগ যন্ত্ৰক) গোটেই দেশ (বা বিশ্ব) চলাথ কৰি বিচাৰি উলিওৱা হ'ব আৰু তেওঁক সংযোগ প্ৰদান কৰা হ'ব! এই উদ্দেশ্যে বহুতো এনালগ আৰু ডিজিটেল সমন্বিত বৰ্তনী বিশেষভাৱে নিৰ্মাণ কৰা হৈছে।

পেজিং ব্যৱস্থাক চেলুলাৰ টেলিফোনৰ ভগিনী বুলিব পাৰি। এই ব্যৱস্থাত হাতত থকা সৰু যন্ত্ৰ এটাই এটা এলাৰ্মৰ জৰিয়তে ব্যক্তি গৰাকীক যে বিচৰা হৈছে তাৰ ইংগিত দিয়ে। তেওঁৰ যন্ত্ৰটোত আনটো পক্ষৰ টেলিফোন নম্বৰটোও প্ৰদৰ্শিত হয়। তেওঁ ওচৰৰ পাব্লিক টেলিফোন বুথলৈ গৈ সিপক্ষৰ সৈতে যোগাযোগ কৰিব পাৰে। চেলুলাৰ আৰু পেজাৰ দুয়োবিধ গ্ৰাহক যন্ত্ৰই বিশেষ আই চি চিপ ব্যৱহাৰ কৰে।

9

ভৱিষ্যৎ

বিংশ শতিকাৰ দ্বিতীয়াৰ্ধ ইলেকট্ৰনিক সামগ্ৰী আৰু ব্যৱস্থাৱলীত অভূতপূৰ্ব বিকাশৰ সাক্ষীস্বৰূপ। বহুতেই ইয়াক 'ক্ষুদ্ৰকৰণৰ বিপ্লৱ' বুলি অভিহিত কৰিব খোজে, কাৰণ ইয়াৰ ভিত্তিমূল হ'ল অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা আৰু সমন্বিত বৰ্তনী চিপৰ প্ৰযুক্তিবিদ্যা। আমাৰ জীৱনলৈ অৰ্ধপৰিবাহীৰ আগমন ঘটিছিল সৰল ডায়'ড আৰু ট্ৰেনজিষ্টৰৰ জৰিয়তে। এই দুয়োটাই সু-প্ৰতিষ্ঠিত ট্ৰায়'ড আৰু অন্যান্য নিৰ্বাত নলীক স্থানান্তৰ কৰি সিহঁতক পাহৰণিৰ গৰ্ভলৈ ঠেলি দিলে। তাৰ পিছতে আহিল সমন্বিত বৰ্তনী (আই চি)—যিটো আছিল বৰ্তনীৰ চানেকীকৰণৰ এক অভিনৱ ধাৰণা। বৃহৎ মাপৰ সমন্বিত বৰ্তনী (এল এছ্ আই) আৰু অতি বৃহৎ মাপৰ সমন্বিত বৰ্তনী (ভি এল এছ্ আই)-ৰ আগমনৰ লগে লগে ইলেকট্ৰনিক ব্যৱস্থাৰ চানেকীকৰণৰ গোটেই পদ্ধতিয়েই সলনি হৈ গ'ল। বৰ্তনীৰ চানেকী কৰোঁতা এজনে গাইগুটীয়া উপাংশবোৰৰ সহায়ত তাঁৰ লগোৱা আৰু জ্বালাই কৰাকে আদি কৰি কৰিব লগীয়া অধিকাংশ কামেই এতিয়া চিপৰ চানেকী কৰোঁতা জনেই কৰে। এই ব্যক্তিজনে বৰ্তনীৰ বিষয়ে আৰু চিপবোৰ কেনেকৈ উৎপন্ন কৰা হয় সেই বিষয়ে সকলো কথা জানে। তেওঁ এটা কম্পিউটাৰ কনছ'লৰ সন্মুখত বহি কেড (CAD) কৌশলৰ সহায় লৈ একোটা বৰ্তনীৰ পৰিকল্পনা কৰে আৰু ছিলিকনৰ এধানমানি টুকুৰা এটাত সেইটো স্থাপন কৰে। তেওঁৰ এনে সুবিধাও আছে যে ভৱিষ্যতে তেওঁৰ চানেকীটোৱে কেনে আচৰণ কৰিব সেই কথা প্ৰকৃত চিপটো তৈয়াৰ কৰাৰ আগতেই পৰীক্ষা কৰিও চাব পাৰে!

আমেৰিকাৰ বিখ্যাত ইনটেল কৰ্পৰেছনৰ প্ৰতিষ্ঠাতা জৰ্জ মূৰে 1960-ৰ দশকত কৈছিল যে একোটা একক ছিলিকন চিপত একত্ৰিত কৰিব পৰা উপাংশৰ সংখ্যা প্ৰতিবছৰে দুগুণ হিচাপে বাঢ়ি যাব। এইটোক মূৰৰ সূত্ৰ বুলি কোৱা হয় আৰু বহু বছৰ ধৰি ঠিক এইটোৱে ঘটি আছিল। মূৰে এই কথাষাৰ কোৱাৰ সময়ছোৱাত ত্ৰিছ-চল্লিছটা উপাংশৰেই আই চি নিৰ্মাণ কৰা হৈছিল। ঊনৈশশ আশীৰ দশকৰ মাজভাগৰ পৰা জটিল বৰ্তনীৰ

চানেকীৰ ক্ষেত্ৰত দ্ৰুতভাৱে উন্নতি ঘটিছে। আজিকালি এটুকুৰা চিলিকনত 1,500,000 টাতকৈও অধিক উপাংশ সম্বলিত সমন্বিত বৰ্তনী চিপ (মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ আৰু মেম'ৰি) পোৱা যায়। এনে চিপত থকা ট্ৰেনজিষ্টৰৰ আকাৰ প্ৰায় আধা মাইক্ৰন!

ইলেকট্ৰনিক বিজ্ঞানৰ গৱেষণাত অতি সাম্প্ৰতিক কালত যোগদান কৰা অভিযন্তা সকলৰ বাবে চিপ একোটাত একত্ৰিত কৰিব পৰা এনে ধৰণৰ বৃহৎ সংখ্যক উপাংশৰ কথাটো আৰু এনে ধৰণৰ ক্ষুদ্ৰাতিক্ষুদ্ৰ আকাৰৰ কথাটো বিশেষ একো আচৰিত হ'বলগীয়া কথা নহয়। পিছে, ট্ৰায়'ডৰ যুগত ডাঙৰ-দীঘল হোৱা সকলৰ বাবে (আৰু বৰ্তমানেও এনে বিজ্ঞানীৰ সংখ্যা যথেষ্ট) এই ধৰণৰ বৃহৎ সংখ্যাবোৰ আৰু অৰ্ধপৰিবাহী আহিলাৰ পাৰদৰ্শিতাৰ বৈশিষ্ট্যবোৰ এইখন পৃথিৱীৰ বাহিৰৰ কথা যেনহে লাগে!

এই নতুন চিপবোৰেনো আমাক কি দিছে? আহিলাবোৰৰ আকাৰৰ ভৌতিক ক্ষুদ্ৰকৰণৰ উপৰিও এইবোৰৰ পৰা পাঁচটা বিশেষ সুবিধা আমি পাওঁ ঃ

- বৰ্তনী আৰু নিকায়বোৰে ব্যৱহাৰ কৰা শক্তিৰ পৰিমাণৰ ব্যাপক হ্ৰাসকৰণ।
- কাৰ্যকৰণৰ বৰ্ধিত দ্ৰুততা।
- কাৰ্যকৰণৰ বৰ্ধিত জটিলতা পৰিচালনা কৰাৰ সামৰ্থ্য।
- উন্নত স্তৰৰ বিশ্বস্ততা।
- হ্ৰাসমান মূল্য।

সমতলীয় প্ৰযুক্তি চিপ উৎপাদনৰ এটা অতি বিশুদ্ধ, সঠিক আৰু সহজে স্বয়ংক্ৰিয় কৰিব পৰা ব্যৱস্থা।

মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ নিঃসন্দেহে ছিলিকন চিপত নিৰ্মাণ কৰিব পৰা গুৰুত্বপূৰ্ণ উপ-নিকায়বোৰৰ অন্যতম। এইটো বিভিন্ন ধৰণৰ নিকায়ত ব্যৱহাৰ কৰা হৈছে, যিবোৰ আমাৰ দৈনন্দিন জীৱনৰ অংগ হৈ পৰিছে আৰু যিবোৰ বাদ দি আমাৰ কোনোপধ্যে নচলে! নতুন এনে কোনো আহিলা বা সামগ্ৰী পোৱা কষ্টসাধ্য যিটো পৰিচালনা বা নিয়ন্ত্ৰণ কৰিবলৈ মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ ব্যৱহাৰ কৰা হোৱা নাই। উদাহৰণস্বৰূপে ৱাশ্বিং মেছিন, মটৰ গাড়ী, জেৰক্স মেছিন আদিত দেখা যায় যে একেটা মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰে আমাক বা মেছিনটোক পৰৱৰ্তী পৰ্যায়ত কি কৰিব লাগিব সেই বিষয়ে নিৰ্দেশ দিয়ে। নতুন প্ৰজন্মৰ ৱাশ্বিং মেছিনে ধুবলগীয়া কাপোৰৰ ওজনৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি সেইবোৰ কেইবাৰ পৰিষ্কাৰ পানীৰে পখালিব লাগিব নিজেই তাৰ সিদ্ধান্ত লয় আৰু নিজে নিজেই কামটো কৰে। স্পিন ড্ৰাইং প্ৰক্ৰিয়াটো কেতিয়া বন্ধ কৰিব লাগিব সেই বিষয়েও ই নিজেই সিদ্ধান্ত লয়। জেৰক্স মেছিনত মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰে এক্সপোজাৰ সম্পৰ্কে সিদ্ধান্ত লয়। প্ৰিণ্ট আৰু পশ্চাৎপটৰ মাজৰ আলোকীয় বৈপৰীত্যৰ ওপৰত এইটো নিৰ্ভৰ কৰে। এনে ধৰণৰ মেছিন ব্যৱহাৰ কৰি হোৱা পূৰ্বৰ অভিজ্ঞতাৰাজি সংকেতলৈ ৰূপান্তৰ কৰি মেছিনৰ মেম'ৰিত এনেদৰে স্থাপন কৰা হৈছে যাতে এইবোৰে মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰটোৰ প্ৰসংগ জ্ঞান হিচাপে কাম কৰে। ই মেছিনটোক ইয়াৰ পৰৱৰ্তী কাৰ্যক্ৰমৰ বিষয়ে

সিদ্ধান্ত লোৱাত আৰু সেইটো সঠিকভাৱে সম্পন্ন কৰিবলৈ আগবঢ়াত সহায় কৰে। সিহঁতে এনে ধৰণে আচাৰ-আচৰণ কৰে যে সিহঁতৰ কৰ্মক্ষেত্ৰত যেন সিহঁত একেবাৰে পাৰ্গত! সিহঁতে মানৱিক জ্ঞান আৰু দক্ষতা অনুকৰণ কৰিবলৈ যত্ন কৰিছে নেকি বাৰু?

আনহাতে, যোৱা বহু বছৰৰ বাবে চিপ আৰু কম্পিউটাৰৰ ইটোৱে সিটোক জীয়াই থকাত সহায় কৰি আছে। চিপৰ বিকাশে বিভিন্ন ধৰণৰ কম্পিউটাৰৰ বিকাশ ঘটোৱাত সহায় কৰিছে। কম্পিউটাৰবোৰ ক্ৰমান্বয়ে সৰু আৰু দক্ষ হৈ আহিছে। পৰ্টেবল কম্পিউটাৰ এটাক এতিয়া আপুনি কোলাতে লৈ কাম কৰিব পাৰে (একেবাৰে আক্ষৰিক অৰ্থতে)। এনে কিছুমান কম্পিউটাৰো আছে যিবোৰ হাতৰ তলুৱাতে ল'ব পাৰি! অভিজ্ঞ কোনো ব্যক্তিয়ে চিপৰ লে'আউট কৰাৰ পৰিৱৰ্তে এতিয়া সেইবোৰ ক্ষেত্ৰতো কম্পিউটাৰৰ প্ৰৱেশ ঘটিছে আৰু দখল কৰি পেলাইছে। ভি এল এছ আই চিপৰ ব্যৱহাৰেৰে লাভবান হোৱা কম্পিউটাৰটোৱেই আজি কাইলৈৰ চিপৰ চানেকী প্ৰস্তুত কৰিব লাগিছে! কম্পিউটাৰ এইডেড ডিজাইন (কেড) প্ৰগ্ৰেমবোৰে ভৱিষ্যমুখী চিপৰ লে'আউট প্ৰস্তুত কৰাৰ ক্ষেত্ৰত মানৱ-বিশেষজ্ঞৰ দৰেই আচৰণ কৰে! সিহঁতে চিপৰ নিৰ্মাণ প্ৰক্ৰিয়াতো সহায় কৰে। আয়ন প্ৰতিস্থাপক, মাস্ক তৈয়াৰ কৰা যন্ত্ৰ, মাস্ক শ্ৰেণীবদ্ধ কৰা যন্ত্ৰ, আৰু আনকি ধূলিকণা গণনা কৰা যন্ত্ৰ আদি সকলো যন্ত্ৰতে সেইবোৰ নিয়ন্ত্ৰণ কৰিবলৈ একো একোটা মাইক্ৰ'প্ৰছেছৰ থাকে।

সৌ সিদিনালৈকে ব্যৱহাৰকাৰীসকলে কম্পিউটাৰ চলাবলৈ বিশেষ কম্পিউটাৰ-ভাষা শিকিবলগীয়া হৈছিল। ব্যৱহাৰকাৰীৰ প্ৰতি অধিক বন্ধুত্বপূৰ্ণ নতুন প্ৰজন্মৰ কম্পিউটাৰৰ আগমনৰ লগে লগে এই অৱস্থাটো দ্ৰুতগতিত সলনি হ'বলৈ ধৰিছে। এই কথাটোৱে কম্পিউটাৰ ব্যৱহাৰ কৰাৰ পদ্ধতিয়েই সলনি কৰি পেলাইছে। উদাহৰণস্বৰূপে, সাম্প্ৰতিক কালৰ শিক্ষা ব্যৱস্থা অতি নৈৰ্ব্যক্তিক আৰু সমমানুৱৰ্তী হৈ পৰিছে। শিক্ষকসকলৰ ওপৰত অধিক চাপ পৰিছে আৰু ছাত্ৰ-ছাত্ৰীসকলৰো নিজস্ব ৰুচি-অভিৰুচি আছে। যদি শিক্ষকসকলে কম্পিউটাৰ ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰে আৰু টেলিফোন নেটৱৰ্কৰ জৰিয়তে ছাত্ৰ-ছাত্ৰীসকলৰ সৈতে যোগাযোগ কৰিব পাৰে, তেন্তে ই শিক্ষাৰ ক্ষেত্ৰত এক বিপ্লৱৰেই সূচনা কৰিব । কম্পিউটাৰ এইডেড লাৰ্নিং (কেল) ব্যৱস্থাই ব্যক্তিগত স্তৰৰ শিক্ষকতাক অধিক মিতব্যয়ী কৰি তুলিব পাৰিব বুলি আশা কৰা হৈছে। বস্তুতঃ, প্ৰত্যেকৰে বাবে অভিগম্য বিভিন্ন ধৰণৰ পাঠ্যক্ৰম থাকিব আৰু নিজৰ সামৰ্থ্য সাপেক্ষে সেইবোৰ অধ্যয়ন কৰিব পাৰিব।

জাপানত আৰম্ভ হোৱা এক সক্ৰিয় কৰ্ম আঁচনি সম্প্ৰতি পৃথিৱীৰ অন্যান্য বহু অংশতো অনুসৰণ কৰা হৈছে। বৰ্তমান 'পঞ্চম প্ৰজন্ম'ৰ কম্পিউটাৰ নামেৰে পৰিচিত হোৱা ব্যৱস্থাৰ চানেকীকৰণৰ সৈতে ই জড়িত। সাংখ্যিক ডেটা প্ৰছেছিং কৰাৰ ক্ষমতাৰ লগতে অনা-সাংখ্যিক তথ্য-পাতি, যেনে, প্ৰতীক, শব্দ, চিত্ৰ আৰু মানৱ-কণ্ঠ আদিও প্ৰছেছিং কৰাৰ ক্ষমতা সিহঁতৰ থাকিব। সিহঁতে মানুহ এজনৰ উৎকৰ্ষতাৰ মান সাপেক্ষে

ডেটা আৰু অন্যান্য তথ্য-পাতি দক্ষতাৰে পৰিচালনা কৰিব পাৰে। এই নতুন প্ৰজন্মৰ কম্পিউটাৰবোৰে সিহঁতৰ মানৱ-প্ৰভুৰ প্ৰয়োজনীয়তা আৰু ভৱিষ্যতৰ আৱশ্যকীয়তা পৰিপূৰ্ণ কৰিব পাৰিব বুলি আশা কৰা হৈছে।

পঞ্চম প্ৰজন্মৰ কম্পিউটাৰৰ ধাৰণাই ইতিমধ্যে মানৱ-মনে কেনেকৈ কাম কৰে, মানুহে কেনেকৈ শিকে আৰু কিবা এটা বিষয়ত কেনেকৈ সিদ্ধান্ত গ্ৰহণ কৰে—এইবোৰ সম্পৰ্কে ব্যাপক বিদ্যায়তনিক গৱেষণাৰ সূচনা কৰিছে। মছ্ প্ৰযুক্তিৰ ওপৰত ভিত্তি কৰি 'পাৰচেপট্ৰন' (perceptron) নামেৰে এক ধৰণৰ চিপৰ বিকাশ ঘটোৱা হৈছে, যিটোৱে শিক্ষা গ্ৰহণৰ সময়ত মানৱ নিউৰণে কৰা আচাৰ-আচৰণ বহু পৰিমাণে অনুকৰণ কৰিব পাৰে। বাক্ সংশ্লেষক চিপো উৎপাদন কৰা হৈছে। বৰ্তমান এইবোৰ সৰু সৰু ল'ৰা-ছোৱালীৰ কাৰণে পুতলা তৈয়াৰ কৰাত ব্যৱহাৰ কৰা হৈছে, যিবোৰ পুতলাই বাক্য ক'ব পাৰে আৰু পদ্য আবৃত্তি কৰিব পাৰে। এনে ধৰণৰ চিপ মটৰ গাড়ী আদিত ব্যাপকভাৱে ব্যৱহাৰ কৰা হৈছে, যিবোৰে চালকক বিভিন্ন বিষয়ত উপদেশ-পৰামৰ্শ দিয়ে—যেনে, গাড়ীৰ দুৱাৰবোৰ সঠিকভাৱে বন্ধ হোৱা নাই, বা গাড়ীৰ ইন্ধন শেষ হৈ আহিছে!

চিপৰ জৰিয়তে কেন্দ্ৰীয় স্নায়ুতন্ত্ৰ (Neural Network)-ৰ কৰ্মপ্ৰণালী অনুকৰণ কৰিবলৈ প্ৰয়াস কৰি থকা হৈছে। আৰম্ভণি হিচাপে, খুব সীমিত পৰিসৰৰ ব্যৱস্থা এটাত এনে ধৰণৰ কিছুমান চিপৰ আন্তঃসংযোগ ঘটাই মানৱ আচৰণ-অনুকৰণ কৰা যন্ত্ৰ এটা পাব পৰা যাব। এইটো সম্ভৱ হ'ব তেতিয়াহে, যেতিয়া আমি মানৱ-জ্ঞানক বিধিবদ্ধ কৰিব পৰা, সাংকেতিক ভাষালৈ আৰু ব্যৱহাৰযোগ্য চিপলৈ তাক ৰূপান্তৰ কৰিব পৰা কথাবোৰ ভালদৰে বুজিব পাৰিম। বুদ্ধিমন্ত মানৱ-তুল্য অন্তৰাপৃষ্ঠৰে সৈতে পঞ্চম প্ৰজন্মৰ কম্পিউটাৰে আমাক বিভিন্ন ধৰণে উপকাৰ কৰিব বুলি আশা কৰা হৈছে। পৰৱৰ্তী প্ৰজন্মৰ চিপৰ চানেকী কৰোঁতাসকলৰ বাবে এয়া এক ধৰণৰ প্ৰত্যাহ্বান!

টীকা

অন্তৰক
(Insulator)
: উচ্চ বৈদ্যুতিক ৰোধ সম্পন্ন এবিধ পদাৰ্থ।

অন্তঃস্থ অৰ্ধপৰিবাহী
(Intrinsic semiconductor)
: অপদ্ৰব্য নথকা এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী পদাৰ্থ।

অৰ্ধপৰিবাহী
(Semiconductor)
: এনে এবিধ পদাৰ্থ যাৰ ৰোধ ক্ষমতা সুপৰিবাহী (ধাতু) আৰু অন্তৰকৰ মাজভাগত পৰে; উদাহৰণস্বৰূপে, ছিলিকন, জাৰ্মেনিয়াম, গেলিয়াম, আৰ্ছেনাইড ইত্যাদি।

অশুদ্ধিযুক্তকৰণ (ড'পিং)
(Doping)
: অৰ্ধপৰিবাহীত অপদ্ৰব্য যোগ কৰাৰ প্ৰক্ৰিয়া।

আয়ন প্ৰতিস্থাপন
(Ion Implantation)
: অৰ্ধপৰিবাহীত অপদ্ৰব্য যোগ কৰাৰ এক ভৌতিক প্ৰক্ৰিয়া। অপদ্ৰব্যৰ আয়নবোৰক উচ্চ দ্ৰুতিলৈ ত্বৰিত কৰা হয় যাতে সিহঁতে ৱে'ফাৰত প্ৰৱেশ কৰিব পাৰে।

ইলেকট্ৰন
(Electron)
: এবিধ ক্ষুদ্ৰ কণিকা, যাৰ ভৰ 9×10^{-31} কিলোগ্ৰাম আৰু আধানৰ পৰিমাণ 1.6×10^{-19} কুলম্ব। পৰমাণু এটাত ইলেকট্ৰনবোৰে নিউক্লিয়াছৰ চাৰিওফালে কিছুমান কক্ষপথেৰে ঘূৰি থাকে। ইলেকট্ৰনৰ সোঁতে বিদ্যুৎ প্ৰবাহৰ সৃষ্টি কৰে।

এ এছ আই চি
(ASIC)
: প্ৰয়োগ-সাপেক্ষ সমন্বিত বৰ্তনী। এটা অতি সুনিৰ্দিষ্ট বৈদ্যুতিক কাৰ্যৰ বাবে বিশেষভাৱে চানেকী কৰা আই চি।

এ এল ইউ
(ALU)
: এৰিথ্‌মেটিক লজিক ইউনিট। ই চি পি ইউ-ৰ সেই অংশটো গঠন কৰে যি অংশই এৰিথ্‌মেটিক আৰু লজিক সংক্ৰিয়াবোৰ সম্পাদন কৰে।

N-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহী
(N-type Semiconductor)
বহিঃতম কক্ষত পাঁচটা ইলেকট্ৰন থকা অপদ্ৰব্য সন্নিবিষ্ট এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী।

এনালগ সংকেত
(Analog Signal)
সংগীত বা মাত-কথাৰ দৰে এবিধ নিৰৱচ্ছিন্নভাৱে পৰিৱৰ্তিত সংকেত।

এপিটেক্সি
(Epitaxy)
ৱে'ফাৰত ছিলিকনৰ পাতল তৰপ গঠন কৰাৰ এক প্ৰক্ৰিয়া। নতুন তৰপটোৰ ক্ৰিষ্টেলীয় গঠন ৱে'ফাৰটোৰ সৈতে একে হয়।

কম্পিউটাৰ
(Computer)
এক পূৰ্বনিৰ্ধাৰিত প্ৰণালী বা এলগৰিথম্ অনুসৰি ইনপুট ডেটা প্ৰছেছিং কৰিব পৰা এবিধ বৈদ্যুতিক নিকায়।

খিৰিকী
(Window)
ছিলিকন পৃষ্ঠ অনাবৃত কৰিবলৈ ৱে'ফাৰৰ অক্সাইড পৃষ্ঠৰ মাজেৰে কৰা ছিদ্ৰ।

গে'ট
(Gate)
এবিধ ডিজিটেল বৰ্তনী যি দ্বৈত প্ৰণালীৰ ইনপুটৰ লজিক সংক্ৰিয়া যথা, এণ্ড, অৰ, নৰ ইত্যাদি সম্পাদন কৰাত সহায় কৰে।

গে'ট এৰে'
(Gate Array)
চিপ এটাত পংক্তি আৰু স্তম্ভ আকাৰে সজ্জিত সংযোগহীন লজিক গে'টৰ এটা শৃংখল।

চিপ (সমন্বিত বৰ্তনী)
(Integrated Circuit)
পৃষ্ঠাংশত বহু সংখ্যক উপাংশ, যেনে, ট্ৰেনজিষ্টৰ, ধাৰক, ৰোধক, ইত্যাদিৰে সৈতে ছিলিকনৰ এটা চেপেটা টুকুৰা। এই উপাংশবোৰ বৈদ্যুতিকভাৱে আন্তঃসংযোগ কৰা হয় যাতে আই চি-টোৱে এটা সুনিৰ্দিষ্ট বৈদ্যুতিক কাৰ্য সম্পাদন কৰিব পাৰে।

চি পি ইউ
(CPU)
চেণ্ট্ৰেল প্ৰছেছিং ইউনিট। এই চিপটোতে এ এল ইউ, কণ্ট্ৰল ইউনিট আৰু মেম'ৰি থাকে। চি পি ইউ-ক সকলো কম্পিউটাৰৰে কলিজা বুলি ক'ব পাৰি।

ছিলিকন
(Silicon)
এবিধ মৌলিক পদাৰ্থ যাৰ পাৰমাণৱিক সংখ্যা 14. ইয়াৰ বহিঃতম কক্ষত চাৰিটা ইলেকট্ৰন থাকে আৰু সেয়ে ই এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী।

জাৰ্মেনিয়াম
(Germanium)
এবিধ মৌলিক পদাৰ্থ যাৰ পাৰমাণৱিক সংখ্যা 32. ইয়াৰ বহিঃতম কক্ষত চাৰিটা ইলেকট্ৰন থাকে আৰু সেয়ে ই এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী।

ট্ৰেনজিষ্টৰ (Transistor) — দুটা p-n সন্ধিৰে নিৰ্মিত এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা। ইয়াৰ তিনিটা বাহ্যিক সংযোগ থাকে যথা, কালেক্টৰ, বেছ আৰু এমিটাৰ। দুৰ্বল বৈদ্যুতিক সংকেত পৰিবৰ্ধন কৰিবলৈ এই আহিলা ব্যৱহাৰ কৰিব পাৰি।

ডায়'ড (Diode) — এটা p-n সন্ধিৰে নিৰ্মিত এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা। ইয়াৰ দুটা বাহ্যিক সংযোগ বিন্দু থাকে। ডায়'ডত এটা প্ৰান্তৰ পৰা আনটো প্ৰান্তলৈ বিদ্যুৎ প্ৰবাহিত হয়, কিন্তু ওলোটা দিশেৰে প্ৰবাহিত নহয়।

ডিজিটেল সংকেত (Digital Signal) — এনে এটা সংকেত যাৰ বিস্তাৰে এক সীমিত সংখ্যক বিচ্ছিন্ন মানহে ল'ব পাৰে। এটা দ্বৈত ডিজিটেল সংকেতৰ কেৱল দুটাহে বিচ্ছিন্ন স্তৰ থাকিব পাৰে (যেনে, কম্পিউটাৰৰ ক্ষেত্ৰত 0 আৰু 5 ভল্ট, টেলিপ্ৰিণ্টাৰৰ ক্ষেত্ৰত +80 আৰু –80 ভল্ট ইত্যাদি)।

দ্বৈত প্ৰণালী (Binary System) — 2 ভূমি হিচাপে থকা এবিধ সংখ্যা প্ৰণালী। ইয়াত অংকৰ সংখ্যা দুটা, যথা, 1 আৰু 0। দ্বৈত ক'ড ব্যৱস্থাত যি কোনো ডেটাক এই দুটা অংক ব্যৱহাৰ কৰি প্ৰকাশ কৰিব পাৰি (উদাহৰণস্বৰূপে, এ এছ চি আই আই, বি চি ডি ইত্যাদি)।

ধাতব বান্ধনি (Metallic Bond) — গোটা অৱস্থালৈ ঘনীভূত হওঁতে সোণ, ৰূপ, তাম আদিৰ পৰমাণুৰ মাজত হোৱা আকৰ্ষণৰ এক বান্ধনি।

ধাতুযুক্তকৰণ (Metalisation) — চিপ এটাৰ উপাংশবোৰৰ মাজত ধাতুৰ সংযোগ স্থাপন কৰা কাৰ্য-প্ৰণালী।

ধাৰক (Capacitor) — মাজৰ ঠাইখিনিত এবিধ অন্তৰক সহ এযোৰ সমান্তৰাল ধাতুৰ পাত।

P-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহী (P-type Semiconductor) — বহিঃতম কক্ষত তিনিটা ইলেকট্ৰন থকা অপদ্ৰব্য সন্নিবিষ্ট এবিধ অৰ্ধপৰিবাহী।

পেকেজিং (Packaging) — এটা চিপক প্লাষ্টিক, চেৰামিক বা ধাতব আৱেষ্টনীত আবদ্ধ কৰা আৰু বাহ্যিক পিনৰ সৈতে বৈদ্যুতিক সংযোগ প্ৰদান কৰা ব্যৱস্থা।

ফটোৰেজিষ্ট **(Photoresist)**	অতি বেঙুনীয়া ৰশ্মিত উন্মুক্ত কৰিলে কঠিন হৈ পৰা পলিমাৰ থকা এবিধ ৰাসায়নিক। ৰে'ফাৰৰ অক্সাইড স্তৰৰ মাজেৰে খিৰিকী মুকলি কৰিবলৈ ইয়াক ব্যৱহাৰ কৰা হয়।
ফেট **(FET)**	ক্ষেত্ৰ প্ৰভাৱ ট্ৰেনজিষ্টৰ। এবিধ একমেৰু অৰ্ধপৰিবাহী আহিলা য'ত হয় ইলেকট্ৰনে নহয় হ'লে বিদ্যুৎপ্ৰবাহৰ সৃষ্টি কৰে। দুই ধৰণৰ ফেট আছে, যথা, সন্ধি ফেট (জেফেট) আৰু ধাতু অক্সাইড অৰ্ধপৰিবাহী ফেট (মছফেট)।
বিদ্যুৎ প্ৰবাহ **(Electric Current)**	বৈদ্যুতিক আধানৰ (যেনে, ইলেকট্ৰন, হ'ল আৰু আয়ন) সোঁতে বিদ্যুৎ প্ৰবাহৰ সৃষ্টি কৰে। বিদ্যুৎ প্ৰবাহৰ একক হ'ল এম্পিয়াৰ (এক চেকেণ্ডত এক কুলম্ব পৰিমাণৰ আধান)।
মাইক্ৰ'প্ৰচেছৰ **(Microprocessor)**	কম্পিউটাৰ হিচাপে কাম কৰিব পৰাকৈ সকলো প্ৰয়োজনীয় উপাংশ সম্বলিত এক জটিল সমন্বিত বৰ্তনী।
মাস্ক **(Mask)**	ফটোগ্ৰাফিক প্লেটত গঠন হোৱা এটা চানেকী। ছিলিকন পৃষ্ঠ অনাবৃত কৰাৰ উদ্দেশ্যে ৰে'ফাৰৰ অক্সাইড পৃষ্ঠত খিৰিকী মুকলি কৰিবলৈ ইয়াক ব্যৱহাৰ কৰা হয়।
মুৰৰ সূত্ৰ **(Moore's law)**	'প্ৰতি বছৰে চিপৰ উপাংশৰ সংখ্যা দুগুণকৈ বাঢ়ি যাব'—জৰ্জ মুৰে 1960-ৰ দশকৰ আগভাগত কৰা মন্তব্য।
ৰিক্ত স্তৰ **(Depletion layer)**	এটা N-বিধৰ আৰু এটা P-বিধৰ অৰ্ধপৰিবাহী পৰস্পৰৰ খুব ওচৰ চপাই আনিলে এটা সন্ধিস্থল গঠন কৰে। সন্ধিস্থলৰ দুয়োফালৰ এটা সৰু অঞ্চলত ইলেকট্ৰন বা হ'লৰ দৰে কোনো মুক্ত আধান নাথাকে। এই অঞ্চলটোকে ৰিক্ত স্তৰ বোলে।
ৰোধক **(Resistor)**	বিদ্যুৎ প্ৰবাহৰ বিৰোধিতা কৰা এবিধ আহিলা (বা পদাৰ্থ)। ইয়াৰ একক হ'ল ওম।

ৱে'ফাৰ (Wafer)	ছিলিকনৰ একক ক্রিষ্টেল এটাৰ পৰা কাটি লোৱা এছিটা পাতল পাত। ইয়াৰ ব্যাস 14 ছেণ্টিমিটাৰ আৰু বেধ 1 মিলিমিটাৰতকৈও কম। ইয়াক দাপোণ হেন হোৱাকৈ নিমজ কৰা হয়।
শক্তি পটি (Energy Band)	পৰমাণুবোৰ পৰস্পৰৰ কাষ চাপি আহিলে ক্রিষ্টেল গঠিত হয়; পৰমাণুবোৰৰ ইলেকট্রন কক্ষৰ শক্তি স্তৰবোৰ লগলাগি শক্তি পটি গঠন কৰে। অর্ধপৰিবাহী বিজ্ঞানত যোজক আৰু পৰিবাহী শক্তি পটিয়ে এক গুৰুত্বপূর্ণ ভূমিকা পালন কৰে।
সমযোজী বান্ধনি (Covalent Bond)	ক্রিষ্টেল গঠন কৰোঁতে ছিলিকন পৰমাণুবোৰৰ মাজত সৃষ্টি হোৱা শক্তিশালী সংসক্তি বান্ধনি।
হ'ল (Hole)	অর্ধপৰিবাহীৰ যোজক পটিৰ সঠিক স্থানত ইলেকট্রনৰ অনুপস্থিতি। ইয়াক এটা ধনাত্মকভাৱে আহিত কণিকাৰ সমতুল্য বুলি ধৰিব পাৰি।

Lasertypeset at Ess Ess Enterprises, New Delhi-110 055
and printed at Shivam Offset, New Delhi